



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Rutt Vihtre

BIOSTIMULANTIDE MÕJU TALIKÜÜSLAUGU (*Allium sativum* L.) SAAGIKUSELE JA BIOKEEMILISELE KOOSTISELE

**INFLUENCE OF BIOSTIMULANTS ON YIELD AND
BIOCHEMICAL COMPOSITION OF WINTER GARLIC (*Allium sativum* L.)**

Magistritöö
Aianduse õppekava

Juhendaja: lektor Priit Põldma, *MSc*

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Autor: Rutt Vihtre		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Biostimulantide mõju taliküüslaugu (<i>Allium sativum</i> L.) saagikusele ja biokeemilisele koostisele			
Lehekülgi: 38	Jooniseid: 13	Tabeleid: 1	Lisasid: 0
Osakond / Õppetool: Aianduse			
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: 1.6. Põllumajandusteadus			
Juhendaja: Priit Põldma, MSc			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Eesti Maaülikool, 2021			
<p>Kiireneva kliimamuutuse tingimustes suureneb keskkonnasäästliku põllumajanduse osakaal. Saagikuse suurendamiseks hakatakse kasutama säästvamaid väetusviise, mis säilitavad põllumuldade mitmekesisuse ja elurikkuse. Lehe kaudu omastatavad biostimulandid ja leheväetised aitavad taimel toitaineid omastada ja vähendavad füsioloogilist stressi.</p> <p>Töö eesmärk oli uurida biostimulantide mõju taliküüslaugu (<i>Allium sativum</i> L.) saagikusele ja biokeemilisele koostisele. Küüslauk on kogu maailmas tuntud köögivili, mida kasvatatakse maitse- ja raviomaduste tõttu. Põldkatse viidi läbi Peipsiääre vallas Kodavere külas Tooma talus. Töös kasutati kolme erinevat biostimulanti ja ühte leheväetist, et selgitada nende mõju küüslaugu saagikusele ja biokeemilisele koostisele. Kasvuperioodil pritsiti taimi kolmel korral vastavalt väetusaine tootja soovitudele. Peale teist pritsimiskorda võeti leheproovid biokeemilise koostise määramiseks. Augusti alguses saak koristati ja kuivatati. Uuriti saagikuse parameetreid ja liitsibula biokeemilist koostist.</p> <p>Tulemustest selgus, et biostimulandid Loker ja Greenstim suurendasid liitsibula massi 17%. Kogusaagikus suurenes Lokeri ja Greenstimiga pritsimisel keskmiselt 19% ja kaubanduslik saagikus 23%.</p> <p>Katse tulemuste põhjal võib soovitada biostimulante Loker ja Greenstim, millega pritsimine kindlustas suurema liitsibula massi ja kõrgema saagikuse. Loker sisaldab rikkalikult polüsahhariide ja fenüülpropanoide, mis aitavad taimesiseseid kaitsemehhanisme tugevdada. Greenstim koosneb 97% glütsiinbetaiinist, mis aitab taluda külmast, kuivusest, kuumusest ja</p>			

kasvusubstraadi koostisest tingitud stressi. Biokeemilisele koostisele biostimulantide kasutamine mõju ei avaldanud.

Märksõnad: taliküüslauk, biostimulandid, saagikus, biokeemiline koostis.

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Master's Thesis	
Author: Rutt Vihtre		Curriculum: Horticulture	
Title: Influence of biostimulants on yield and biochemical composition of winter garlic (<i>Allium sativum</i> L.)			
Pages: 38	Figures: 13	Tables: 1	Appendixes: 0
Department / Chair: Horticulture Field of research and (CERC S) code: 1.6 Agricultural research Supervisors: Priit Põldma, MSc Place and date: Estonian University of Life Sciences, 2021			
<p>Environmentally friendly agricultural share is increasing in the pace of fast climate change. Sustainable fertilizing is gaining more importance in order to increase productivity. Sustainable fertilizing helps to maintain agricultural soil diversity and biodiversity. Biostimulants that are assimilated through leaves and foliar fertilizers are helping plants to gain nutrients and decrease physiological stress.</p> <p>Aim of this study is to learn how biostimulants affect winter garlic yield and biochemical composition. Garlic is world-famous vegetable, grown for its taste and medicinal properties. Field test was conducted in Peipsiääre parish, Kodavere village, Tooma farm. Three different biostimulants and one foliar fertilizer were tested in the study to explain their effect to garlic yield and biochemical composition. During the growth period plants were sprayed three times as manufacturer suggested. After second spraying, leaf samples were taken to analyse biochemical composition. In the beginning of August yield was gathered and dried. Yield parameters and chemical composition of compound bulb were examined.</p> <p>According to the study, biostimulants Loker and Greenstim increased the weight of compound bulb by 17%. Loker and Greenstim biostimulants usage increased average total yield by 19% and commercial yield by 23%,</p> <p>According to the study, one can suggest spraying with biostimulants Loker and Greenstim that ensured greater mass of compound bulb and higher yield. Loker consists of polysaccharides and phenylpropanoides that strengthen intra-plant defense mechanisms. 97% of Greenstim biostimulant is glycine betaine that helps to withstand stress caused by cold, dryness, heat and the composition of growing medium. Biochemical composition was</p>			

not affected by biostimulants.

Keywords: winter garlic, biostimulants, yield, biochemical composition

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	9
1.1 Küüslaugu botaaniline iseloomustus	9
1.2 Küüslaugu biokeemiline koostis	9
1.3 Küüslaugu nõuded kasvukeskkonnale	11
1.4 Biostimulandid ja leheväetised ning nende mõju küüslaugu taimedele	12
2. MATERJAL JA METOODIKA	14
2.1 Katseala meteoroloogilised ja agronoomilised tingimused	14
2.2 Katse metoodika	16
3. TULEMUSED JA ARUTELU	19
3.1 Biostimulantide mõju küüslaugu saagikusele.....	19
3.2 Küüslaugu lehtede ja liitsibula biokeemiline koostis	23
3.3 Korrelatsioonanalüüs	31
KOKKUVÕTE	34
KASUTATUD KIRJANDUS	36

SISSEJUHATUS

Küüslauk (*Allium sativum* L.) kuulub liilialiste (*Liliaceae*) sugukonda ja laugu (*Allium*) perekonda. Küüslauk on mitmeaastane kultuurtaim, mida tuntakse kogu maailmas väärtuslike tervistavate omaduste poolest. Kultuurtaimena hakati seda kasvatama Kesk-Aasias, kus oli kasutusel hästi tuntud maitse- ja ravimtaimena (Meensalu jt 1988). Küüslaugu kasvatamise ajalugu ulatub enam kui 4000 aasta tagusesse Edela-Aiasse ja Egiptusesse, kus küüslaugu jäänuseid on leitud vaaraode hauakambritest (Eksi jt 2020). Ajaloolistes meditsiinitekstides on küüslauku sajandeid kajastatud kui kasulikku taime astma, kõhulahtisuse, kõhukinnisuse, nakkushaiguste, hüpertoonia ja palaviku ravimisel. Küüslauku on tarbitud vererõhu ja vere kolesterooli alandajana. Küüslaugust saadud väävliühendid mõjutavad kantserogeneesi erinevaid etappe ja küüslaugust saadud tooteid ja bioaktiivseid väävelorgaanilisi ühendeid kasutatakse kasvajavastaste omaduste tõttu ka vähi ravis (Greef jt 2020). Küüslauk on tuntud antibakteriaalsete viirusvastaste omaduste poolest. Uuringud on näidanud, et küüslaugus olevad ühendid aitavad COVID-19-ga nakatunud inimeste immuunsüsteemi tugevdada (Donma, Donma 2020). Tervisliku toidu kohta tehtud uuringud kinnitavad, et kiiresti muutuv elukeskkonnas tekkiva stressiga toimetulekuks ja immuunsuse tugevdamiseks tuleb läheneda teatud toitumisele erilise huviga (Eksi jt 2020). Küüslaugu tootjad on huvitatud kvaliteetsest saagist, kuna rikkaliku biokeemilise koostisega liitsibul leiab laialdast kasutamist nii kulinaarias, rahvameditsiinis kui ka akadeemilises meditsiinis.

Euroopa Liidu turustamisstandardi alusel on nõuetele vastav müügivalmis toode puhas, kuiv, küüned tihedalt koos, veatu, taimekahjuriteta, kahjustusteta, ilma nähtavate idudeta ja ilma võõra lõhna ning maitseta. Ekstraklassi liitsibula läbimõõt on vähemalt 45 mm ja I ja II klassi liitsibula läbimõõt vähemalt 30 mm (EK määrus 2288/1997).

Maailmas toodeti 2019. a küüslauku üle 30 miljoni tonni. Suurim turu osakaal oli Hiinal, kelle toodang ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni (FAO) andmetel moodustas 23,3 miljoni tonniga maailma toodangust 76%. Hiinale järgnes India 2,9 miljoni tonniga (9,5%). Edetabeli järgmiste riikide - Bangladesh, Lõuna-Korea, Egiptuse, USA - toodang jäi 2019. a alla 0,5 miljoni tonni. Eesti küüslaugutoodang 2019. a oli 130 tonni (FAO 2021).

Kiireneva kliimamuutuse tingimustes suureneb keskkonnasäästliku põllumajanduse osakaal. Vältimaks põllumuldade elustiku mitmekesisuse vähenemist pööratakse järjest rohkem tähelepanu mulla elurikkuse säilitamisele ja taastamisele. Taimekasvatustes kasutatakse säästvamaid väetusviise ja et püsida konkurentsi tingimustes jätkusuutlik, leiavad tootjad uusi lahendusi saagikuse suurendamiseks. Lisaks põhiväetamisele võib kasutada biostimulante, mis soodustavad toitainete omastamist, kaitsevad taimi stressi eest ning ei kahjusta keskkonda. Nende kasutamine võib aidata arendada tulusat ja kestlikku põllumajandust (Peepson 2015). Käesolevas uurimistöös uuritakse, milline on biostimulantide ja leheväetiste mõju küüslaugu saagikusele ning biokeemilisele koostisele.

Hüpotees: biostimulantide ja leheväetiste kasutamine soodustab küüslaugu taimede toitainetega varustatust, suurendab küüslaugu saagikust ning küüslaugu liitsibula mineraalelementide sisaldust.

Töö eesmärk: selgitada biostimulantide ja leheväetiste mõju küüslaugu sordi 'Liubasha' saagikusele ning liitsibula mineraalelementide sisaldusele.

Varasemate uuringute põhjal on selgunud, et taliküüslaugu sort 'Liubasha' on sobilik kasvatamiseks Eestis, kuna on siinsetes kliimatingimustes stabiilse saagikusega (Põldma 2014).

Uuringud viiakse läbi vastavalt aianduse innovatsiooniklastri teema "Küüslaugu kasvatustehnoloogiate täiustamine" püstitatud eesmärkidele ja rahastatakse Eesti maaelu arengukava 2014-2020 toetusmeetmest.

Täna oma juhendajat lektor Priit Põldmad, kelle nõuanded olid suureks abiks lõputöö koostamisel.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Kүүslaugu botaaniline iseloomustus

Kүүslauk (*Allium sativum*) kuulub liilialiste sugukonda. Teda tuntakse köögiviljataimena, mida on maailmas aastatuhandeid kasvatatud. Kүүslauk on mitmeaastane köögiviljakultuur, kuid teda kasvatatakse tavaliselt üheaastase kultuurina. Kүүslaugu produktiivorgan on liitsibul, mis koosneb sibulakannale kinnitunud ja ühiste kuivsoomustega ümbritsetud tütersibulatest, mida nimetatakse küünteks. Peasibulast kasvavad välja pikad kitsad lehed, mis asetsevad vastakuti. Eristatakse putkuvaid (õievarrega) ja putkumatuid kүүslauguvorme (Meensalu jt 1988). Putkuvatel vormidel koosneb liitsibul tavaliselt 6-8 küünest, mis paiknevad kontsentriselt. Liitsibula kaal oleneb sordist ja kasvutingimustest ning on enamasti 30-130 g. Putkumatute kүүslauguvormide liitsibulad võivad koosneda kuni 20 küünest, mis paiknevad spiraalselt või korrapäraselt. Liitsibula läbimõõt on 3-4 cm ja mass enamasti 20-30 g, kuid võib olla ka üle 50 g. Kuivsoomuste värvus sõltub sordist ja võib olla valge, violetne, roosade või pruunide varjunditega, sageli tumedate soontega värvuste vahel (Aianduse... 2011).

1.2. Kүүslaugu biokeemiline koostis

Taimede kuivaine koosneb 90...95% ulatuses orgaanilistest ja 5...10% ulatuses mineraalsetest ühenditest. Mineraalsete elementide sisaldus taimede vegetatiivorganites võib suurtes piirides erineda, kuid generatiivorganites on nende ühendite sisaldus võrdlemisi püsiv. Samuti on taimeosades mineraalelementide sisaldus erinev – lehtedes on neid kuivaines 10...20%, juurte ja mugulate kuivaines 3...6%. Lehtedes on tavaliselt palju kaaliumi, kaltsiumi, magneesiumi, väävlit, lämmastikku ja fosforit, aga juurtes on neid vähe. Kuivaine orgaaniliste ühendite koostisse kuuluvad valgud, suhkrud, tärklis, rasvad, eeterlikud õlid, nukleiinhapped, vitamiinid jne (Taimede toitumise... 1996). Kүүslaugu koostises on kuivaine osakaal üle 30%. Kontrollitud atmosfääris säilitamisel annab häid tulemusi suurema kuivainesisaldusega (üle 35%) kүүslaukude hoiustamine (Vazquez-Barrios jt 2006; Põldma jt 2012). Kuivaine sisaldus näitab saagi kvaliteeti ja tervislikkust. Kүүslaugus sisalduvate toiteelementide tõttu

on tema populaarsus tervislikust toitumisest hoolivate tarbijate hulgas tõusuteel.

Küüslaugu kvaliteedi näitajaks on keemiline koostis ja bioaktiivsete ühendite sisaldus, mis sõltub suurel määral kasvatustingimustest. Küüslauk sisaldab rikkalikult fenoolseid ühendeid, mille poolest see on asendamatu köögivilj inimeste toidulaual (Martins jt 2016). Küüslaugus sisalduvate fenoolsete ühendite tarvitamist peetakse mitmesuguseid terviseriske vähendavateks teguriteks. On leitud, et tarbides fenoolsete ühendite poolest rikkaliku koostisega küüslauku ja teisi köögivilju, väheneb südame-veresoonkonna haiguste, diabeedi, artriidi ja teatud tüüpi vähihaiguste esinemissagedus (Barboza jt 2020). Fenoolsed ühendid liigitatakse lihtsateks fenoolideks ja polüfenoolideks. Polüfenoolid jagatakse omakorda flavonoidideks, mida inimorganism ei ole võimeline ise sünteesima ja saab peamiselt taimse toidu kaudu (Anton, Püssa 2015).

Küüslaugu küüntes leidub vees lahustuvaid vitamiine tiamiin (B_1), riboflaviin (B_2), niatsiin (B_3), tokoferool (E), askorbiinhape (C) ning karatenoidid. Vitamiinide sisaldus FAO andmetel 100 g küüslaugu kohta on: B vitamiin 224 !g, B_2 vitamiin 74 !g, B_5 vitamiin 0,29 !g ja C vitamiin 14 !g. Küüslauk sisaldab ainevahetusaktivaatorit adenosiin, süsivesikuid, mineraalaineid ja mitmesuguseid valke (Pedastsaar jt 2013). Teda hinnatakse C-vitamiini, kaaliumi, fosfori, seleeni, mitmete aminohapete ja väävlühendite poolest. Küüslaugu aktiivseteks toimeaineteks peetakse alliini, diallüül disulfiidi, S-metüül-1-tsüsteiin sulfoksiidi, ajoeni ning selle derivaate (Pedastsaar jt 2013). Allitsiin on antibakteriaalsete omadustega ja kaitseb küüslauku kahjurite, seenhaiguste ning bakterite eest. Allitsiin tekib küüslauguküüne koe kahjustamisel, kui allitsiini eelaste alliin ühineb ensüümiga allinaas ja tekib tugeva spetsiifilise lõhnaga aine allitsiin (Reiter jt 2020). Küüntest leitud sulfiidid sarnanevad väävlstruktuurilt alliini või allitsiiniga (Boss-Teichmann, Richter 2003). Küüslaugule annab kaudselt kibeda maitse püruuvhape, mille sisaldus on oluline sibulköögiviljade kvaliteedinäitaja (Moor jt 2013). Püruuvhappe sisalduse analüüsimine on kõige levinum meetod küüslaugu ja söögisibula teravuse määramiseks (Dhumal jt 2007).

On tehtud uuringuid, et bioloogilised leheväetised mõjutavad küüslaugu bioaktiivseid ühendeid ja antioksidantset toimet (Sohrabi jt 2020). Tähelepanu tuleb pöörata saagijärgsele

töötlemisele, sest bioaktiivsed orgaanilise väevli ühendid on ebastabiilsed (Martins jt 2016).

Värske küüslaugu liitsibulast moodustab vesi 62-68%, süsivesikud 26-30%, valgud 1,5-2,1%, aminohapped 1-1,5%, väevliühendid 1,1-3,5% ja kiudained 1-1,5% (Cheng, Huang 2018). FAO andmetel sisaldab küüslaugu liitsibul 100 g kohta 69,6% vett; 62,9 mg Na; 607,6 mg K; 1,04 mg Fe; 38 mg Ca; 2,1% kiudaineid (FAO 2021).

Taimede keemiline koostis sõltub paljudest teguritest nagu taime liik, vanus, sort ning kasvutingimused (ilm, muld, toitumine) ja agrotehnika (Taimede toitumise... 1996).

1.3. Küüslaugu nõuded kasvukeskkonnale

Kasvutingimused võivad oluliselt mõjutada küüslaugu keemilist koostist (Martins jt 2016). Heade kvaliteediomadustega saak saadakse küüslaugule sobiva kasvukeskkonna tagamisel.

Taimede kasvule avaldavad mõju fotoperioodi pikkus ja temperatuur. Pikemad fotoperioodid ja kõrgemad temperatuurid suurendavad oluliselt küüslaugu ebavarte fütohormoonide, fenoolhapete ja allitsiini sisaldust ning on olulised liitsibula moodustamiseks (Atif jt 2020). Engelandi väitel võib põhjustada paar päeva kestav suvine temperatuur üle 35 °C liitsibulate tavapärasest varasema valmimise ja seetõttu jääb küüslaugu mass väiksemaks. Jahedus takistab samuti küüslaugu valmimist. Liitsibula moodustamiseks on vajalik soe ja suhteliselt kuiv ilm, seega sobib küüslaugu kasvatamiseks põhjapoolne kliima, kus õhutemperatuuri muutumisel ei ole järske kõikumisi (Engeland 1991).

Küüslaugu kasvatamiseks sobivad toitaainerikkad saviliiv- ja kerged kuni keskmise raskusega liivsavimullad, mille orgaanilise süsiniku sisaldus oleks 3...4% (Engeland 1991). Sellised mullad soojenevad kiiremini ja ei ole ülearu niisked. Liiga kuivadel liivmuldadel vajavad küüslaugutaimed lisakastmist. Liigniiske mulla suhtes on küüslauk tundlik. Küüslaugu kasvatamiseks sobivad valgusküllased tuultele avatud kasvukohad. Mulla pH peaks jääma vahemikku 6,5...7,4 ja maa-ala tuleb hoida umbrohupuhas (Aianduse... 2011).

Küüslauk on hea külmaskindlusega ja talvitub mullas üsna hästi. Talvekahjustusi võib esineda lumevaestel talvedel tuultele avatud põldudel kui temperatuur langeb alla -15 °C. Küüslaugu juured alustavad kasvamist kui temperatuur on 2...3 °C ning pidurdub üle 20 °C juures

(Aianduse... 2011). Vegetatiivne kasv on 5...7 °C temperatuuri juures aeglane ja 10...15 °C õhutemperatuuri juures normaalne. Liitsibula moodustamiseks optimaalne temperatuur on 15...20 °C. Kүүslauk on pikapäevataim (Leetoja 1977). Kasvuperioodi esimesel poolel, kui toimub intensiivne lehtede kasv ja tütersibulate moodustumine, vajab kүүslauk rohkesti niiskust (Aianduse... 2011). Mõõdukalt külm talv, piisav lumikate, optimaalne niiskuse režiim sügisel ja kevadel, soe kuiv juuni ning madala õhuniiskusega päikesepaisteline juuli on kүүslaugu kasvatamiseks ideaalsed tingimused (Engeland 1991).

1.4. Biostimulandid ja leheväetised ning nende mõju kүүslaugu taimedele

Keemiliste väetiste ja pestitsiidide kasutamisel intensiivpõllumajanduses on pöördumatu keskkonnamõju pinnasele, veele ja õhule. Põllukultuuridel väheneb toitainete omastamise võime, sest mullas puuduvad kasulikud mikroorganismid (Belokar 2021). Vesi ja selles lahustunud orgaanilised ja anorgaanilised ained on omastatavad ka lehtede kaudu. Juurevälise väetamisega, eeskätt lehtede pritsimisega lahjade toitelahustega on võimalik parandada taimede toitumistingimusi (Taimede toitumise... 1996). Mullaanalüüsid võimaldavad kindlaks teha taimedele omastatavate taimetoiteelementide hulga, mis näitavad taimede varustatust vastava elemendiga. Liikuvate toitainete määra alusel mullas võib prognoosida väetamise vajadust ja väetisannuse suurust (Taimede toitumise... 1996)

Taimekasvatajatel on suurenenud huvi looduslike biostimulantide vastu, sest paljud uuringud on tõestanud, et biostimulandid omavad kasulikku mõju põllukultuuride toodangule ja kvaliteedile (Buono 2021).

Biostimulante määratletakse mistahes aine või mikroorganismina, millega tagatakse taimedele efektiivne toitumine, abiootiline stressitaluvus ja/või kultuuride kvaliteediomaduste parandamine, olenemata selle toitainete sisaldusest (Du Jardin 2015). Mikroorganismid aktiveerivad taimede toitainete omastamist, parandavad mullaviljakust, suurendavad põllukultuuride saagikust, kuna aitavad siduda lämmastikku, lahustada kaaliumit ja fosforit. Biostimulandid pärsivad fütopatogeensete ainete tootmist ning pidurdavad mullas olevate saasteainete sattumist taimedesse (Macik jt 2020).

Peamised taimsed biostimulandid on rühmitatud koostise järgi. **Huumus- ja fulvohapped** ekstraheeritakse näiteks turbast, vulkaanilisest pinnasest, kompostidest, vermikompostidest või mineraalidest (leonardiit). **Valgu hüdrolüsaadid ja muud lämmastikku sisaldavad**

ühendid saadakse nii taimsetest allikatest (põllukultuuride jäägid) kui ka loomsetest jäätmetest (näiteks kollageen, epiteelkoed). **Merevetikate ekstraktide** tootmisel kasutatakse peamiselt pruun- ja punavetikate perekonda kuuluvaid liike. **Pruunvetikas** sisaldab kasvuhormoone tsütokiniini, giberrelliini ja auksiini (Engeland 1991). **Kitosaan ja muud biopolümeerid** toodetakse tööstuslikult koorikloomade (krevettide või krabikoore) jäätmetest (Du Jardin 2015).

Biostimulante kasutatakse väiksemates kogustes kui mineraalseid väetiseid. Lehe kaudu omastatavad biostimulandid parandavad taimede toitumist, suurendavad vastupanuvõimet stressifaktoritele ja mõjuvad soodsalt saagi kvaliteedile (Du Jardin 2015).

Uuringud on näidanud, et biostimulantide kasutamine lehevätistena vähendab õhu- ja pinnasesaastet (Abdel-Razzak, El-Sharkawy 2013). Egiptuses läbi viidud katse tulemusel paranes lehevätiste pritsimisel küüslaugu lehtedele taimede vegetatiivne kasv, suurenes tootlikkus ja küüslaugu liitsibula kvaliteet (Abdel-Razzak, El-Sharkawy 2013).

Hispaanias uuriti lehevätamise mõju taimedele sademevaeses piirkonnas. Uuringus hinnati fosfori ja mikrotoitainete pihustamist halfa stepirohu ja hariliku rosmariini lehestikule. Lehevätamisel oli positiivne mõju taimedele, aidates neil toime tulla poolkuivades ökosüsteemides veepuudusega ja füsioloogiliste stressiteguritega (Abadía jt 2019).

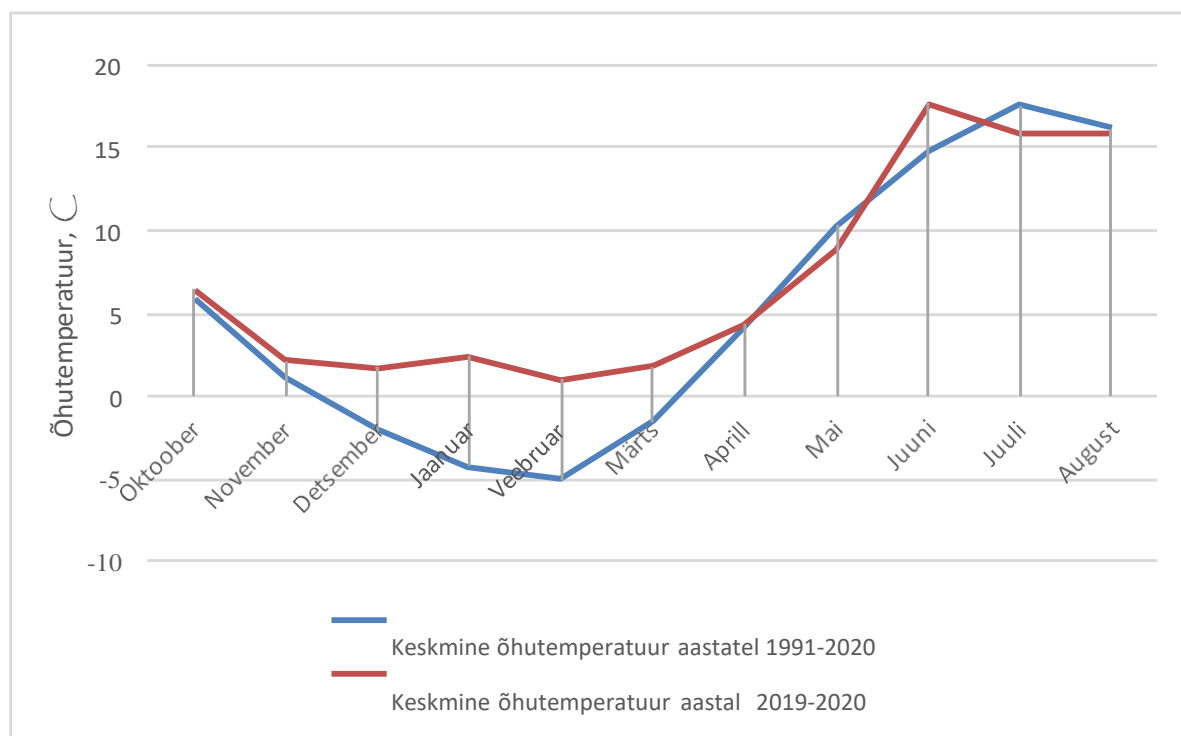
Biostimulantide kasutamist dekoratiivtaimede kasvatamisel on uuritud Eesti Maaülikoolis. Peterson, kes uuris erinevate biostimulantidega kastmise mõju amellastrile (*Aster amellus* L.), leidis katse lõppedes, et biostimulantidega kastmisel kasvasid taimed kõrgemaks, neil oli oluliselt rohkem õiepungasid ja rikkalikum õitsemine (Peterson 2020). Valgemäe uurimus kinnitas, et pelargooni kasvule, harunemisele ja õitsemisele avaldas mõju biostimulant Allgrow, mis koosneb vetikatest ja sisaldab kasvuhormoone (Valgemäe 2019).

Uurimustöid, kuidas biostimulantidega ja lehevätistega pritsimine mõjub taliküüslaugu saagikusele ja biokeemilisele koostisele, on samuti Eestis varem tehtud. Jürissoni (2020) magistritöös kasutati kaheksat erinevat väetusvarianti, kuid olulist positiivset mõju saagikusele avaldasid neist kaks. Saagikust suurendavateks osutusid need, mis sisaldasid orgaanilist lämmastikku ja aminohappeid, mille ülesandeks oli toetada taime stressiolukordades. Biostimulantide ja lehevätiste mõju uurinud Pai (2017) järeldas, et biostimulantidel on positiivne mõju taime kasvule ja saagikuse kujunemisele.

2. MATERJAL JA METOODIKA

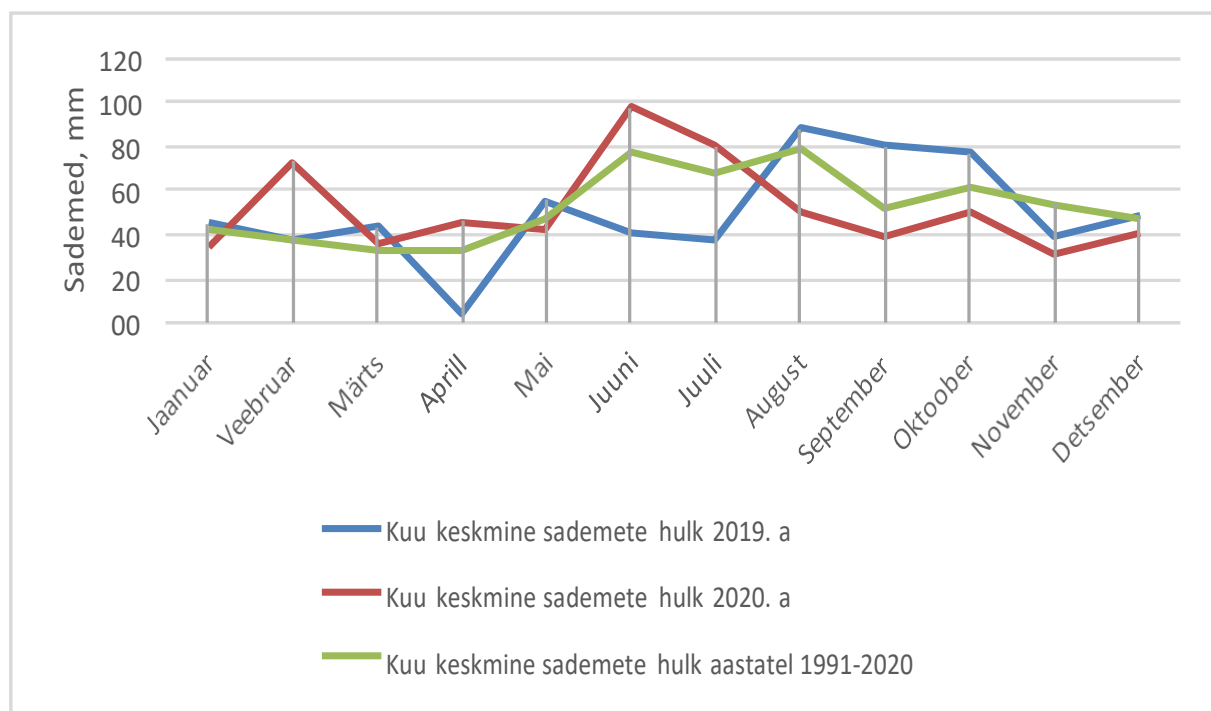
2.1. Katseala meteoroloogilised ja agronoomilised tingimused

Katseaasta meteoroloogilised andmed pärinevad Riigi Ilmateenistuse KAUR teenustelt. Lähim ilmavaatlusjaam andmete kogumiseks oli Tiirikoja. Sügis- ja talveperioodil 2019-2020 oli katseala kuu keskmine temperatuur kõrgem paljude aastate keskmisest (joonis 1). Kүүslaugu külviajal, 2. oktoobril, mõõdeti ööpäeva keskmiseks temperatuuriks 8,4 °C. Talvekuudel jäi õhutemperatuur püsivalt plusskraadidesse, olles kõrgem paljude aastate keskmisest. Aprillis, vegetatsiooniperioodi alguses, jäi õhutemperatuur madalamaks kui paljude aastate keskmine. Juunis, kui toimus liitsibula moodustumine, oli temperatuur paljude aastate keskmisest kõrgem.



Joonis 1. Kүүslaugu kasvuperioodi keskmised õhutemperatuurid 2019. a oktoobrist kuni 2020. a augustini võrrelduna paljude aastate keskmisega.

Lumikate 2019 - 2020. a talveperioodil puudus. Kүүslaugu talvitumist lumikatte puudumine ei kahjustanud, kuna talvised temperatuurid jäid 0 °C kõrgemale. Vihma sadas keskmisest rohkem 2019. a oktoobris kүүslaugu külvmise ajal ja juunis 2020. a, kui kүүslauk moodustas liitsibulat (joonis 2).



Joonis 2. Keskmise sademete hulk 2019 ja 2020. a võrrelduna paljude aastate keskmisega.

Kүүslaugu saagikus sõltub suures osas mulla koostisest. Maa-ameti mullastiku kaardi andmetel kasvatati kүүslauku vähese veerisega saviliivmullal. Laboratoorsete analüüside põhjal oli katseala mulla pH_{KCl} 6,0, kuid optimaalne oleks olnud 6,5 ... 7,4. Toiteelementidest oli määratud fosfori sisaldus 128 mg/kg, kaaliumi sisaldus 154 mg/kg, kaltsiumi sisaldus 761,2 mg/kg ja magneesiumi sisaldus 136 mg/kg. Taimetoiteelementide puudust mullas ei olnud ja tegelik väetustarve oli väike (Väetamise ABC 2014).

2.2. Katse metoodika

Põldkatse viidi läbi Tartu maakonnas Peipsiääre vallas Kodavere külas Tooma talus. Katses olev Ukraina päritolu putkuv taliküüslaugu sort 'Liubasha' istutati 2019. a 2. oktoobril. Istutamiseelselt väetati kogu katsepõllu ala ühtlaselt sügisväetisega Plantena Max NPK 3-8-20 kulunormiga 350 kg/ha. Küüslaugu küüned istutati käsitsi 5-6 cm sügavusele ühes reas. Reavahe oli 70 cm ja küünte vahe 12 cm. Katsepõllu moodustasid kolm 10 meetrist vagu. Katse rajati neljas korduses ja katsevariandid randomiseeriti. Kevadel väetati kahel korral mineraalväetistega. Aprillis kasutati pealtväetamisel kevadväetist YaraMila Cropcare 11-11-21 kulunormiga 450 kg/ha ja mai keskel ammooniumnitraati AN 34,4 kulunormiga 175 kg/ha. Kevadväetised anti paikselt taimereale.

Antud uurimistöös kasutati küüslaugu lehtede kasvuaegsel pritsimisel kolme erinevat biostimulanti ja ühte leheväetist. Katsepõhiselt pritsiti taimi kasvu ajal kolm korda vastavalt väetusaine tootja soovitudele 26. mail, 6. juunil ja 18. juunil. Varre otsa kasvanud õisikud eemaldati juuni lõpus.

Põldkatses kasutatud biostimulandid:

- Loker® on biostimulant, mis põhineb taimsetel ekstraktidel ja kasutatakse taimekudede tugevdamiseks. Loker sisaldab taimseid ekstrakte sellistelt taimedelt, nagu päevakübar, tedremaran ja aaloe. Nimetatud taimed on rikkad polüsahhariidide ja fenüülpropanoidide poolest. Loker toimib taimedele tervisehädasid ennetavalt, ta tugevdab ja toidab taime, parandades taimesiseseid kaitsemehhanisme ning aidates kaasa kompaktsemate ja rohelisemate taimede arengule (Baltic Agro).

Koostises olevate toitainete sisaldus massiprotsentides:

<u>Toitained</u>	<u>Massi %</u>
Üldlämmastik (N)	2,0
Orgaaniline lämmastik (N)	0,3
Karbamiidlämmastik	1,7
Difosforpentaoksiid (P ₂ O ₅)	10
Dikaaliumoksiid (K ₂ O)	6
Magneesiumoksiid (MgO)	5
Orgaaniline süsinik (C)	3

- Folicist® on biostimulant, mis põhineb atsetüül-thioprolinil (ATCA), foolhappel, glütsiin-betaiinil ja pruunvetika (*Ascochyllum nodosum*) ning hariliku lutserni (*Medicago sativa*) ekstraktidel. Folicisti rolliks on taime rakus ainevahetuse stimuleerimine ning intensiivsest ainevahetusest põhjustatud stressi leevendamine (Baltic Agro).

Koostises olevate toitainete sisaldus massiprotsentides:

<u>Toitained</u>	<u>Massi %</u>
Üldlämmastik (N)	1,5
Kaalium elemendina (K)	5,1
Orgaaniline süsinik (C)	11
Vabad aminohapped glütsiin-betaiin	10
Orgaaniline aine OA	35

- Greenstim® on bioloogiline kasvustimulant, mille toimeaineks on suhkrupedi melassist eraldatud glütsiinbetaiin. See mõjub taimes osmolüütiliselt: aitab taimedel paremini taluda külmast, kuivusest, kuumusest ja kasvusubstraadi kõrgest sooladesisaldusest tingitud stressi. Greenstim kasutamisel intensiivistub fotosüntees ja väheneb transpiratsioon, samuti suureneb tärklisesisaldus taimes (Baltic Agro). Toimeaine glütsiinbetaiin 97%.

- Kelaaditud mikroelementide keemiline segu Tradecorp AZ sisaldab 100%-liselt EDTA-ga kelaaditud ja vees lahustuvat rauda (Fe), vaske (Cu), mangaani (Mn) ja tsinki (Zn). Koostisse on lisatud ka boori (B) ja molübdeeni (Mo). Tradecorp AZ keemilise seguna tagab iga mikrograanuli homogeense koostise, mis katab taimede mikrotoitainete vajadused püsivalt ja stabiilselt. EDTA-ga kelaaditud mikroelementide olemasolu välistab erinevate mikroelementide omavahelise konkurentsi, eriti raua ja vase ning raua ja mangaani vahelise. Kelaatimine tõhustab ka iga mikroelemendi reaalsel kasutusefektiivsust (Baltic Agro).

Koostises olevate toitainete sisaldus massiprotsentides:

<u>Toitained</u>	<u>Massi %</u>
Raud, EDTA kelaadina (Fe)	7,5
Mangaan, EDTA kelaadina (Mn)	3,5
Tsink, EDTA kelaadina (Zn)	0,7
Vask, EDTA kelaadina (Cu)	0,28

Boor (B)	0,65
Molübdeen (Mo)	0,3

Mineraalelementide (N, P, K, Ca ja Mg) sisalduse määramiseks võeti leheproovid peale teist pritsimiskorda 11. juunil 2020. a. Saak koristati 02. augustil 2020. a. Kүүsلاugud kuivatati võrkkottides õhukese kihina kasvuhoones. Pärast kuivatamist mõõdeti ja sorteeriti iga katsevariandi kүүsلاukude liitsibulad läbimõõdu järgi ning kaaluti. Kõlbmatud ja kahjustustega kүүsلاugud eemaldati. Laborianalüüsid N, P, K, Ca ja Mg määramiseks liitsibulas teostati EMÜ Taimebiokeemia laboris.

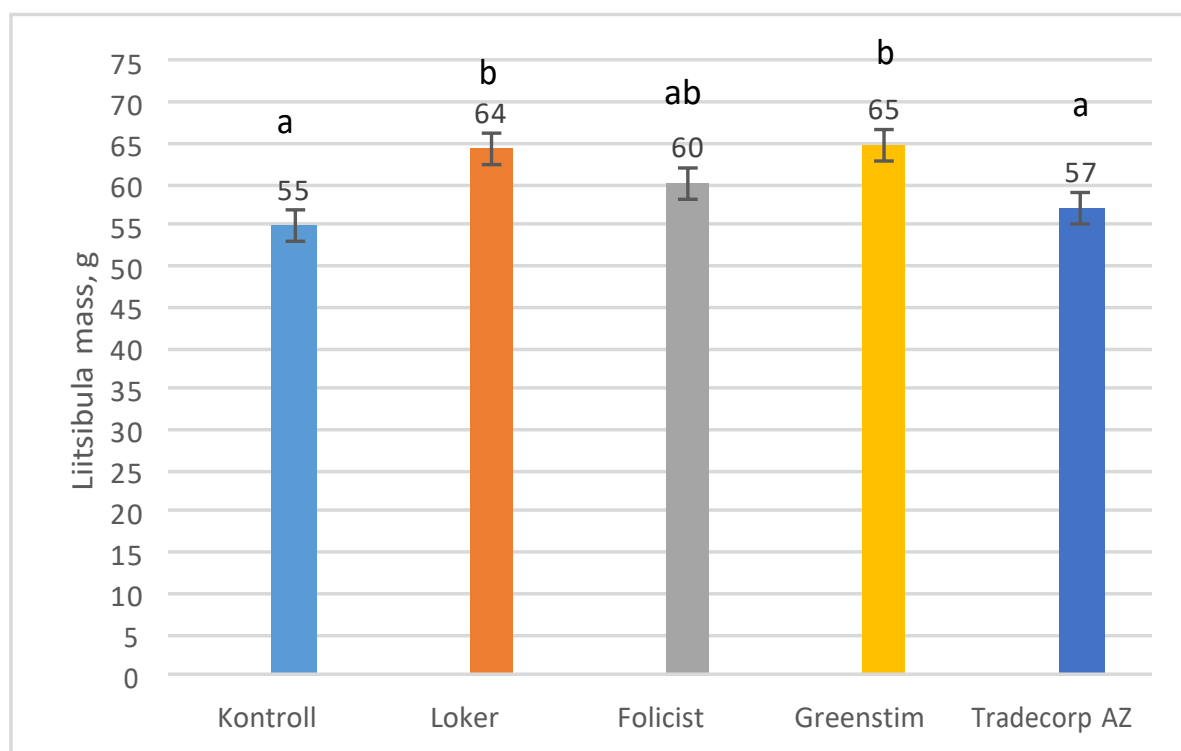
Fenoolide üldsisaldus kүүsلاukudes määrati Folin-Ciocalteu meetodil.

Katseandmed töödeldi ühe- ja kahefaktorilise dispersioonanalüüsiga ja variantide vaheliste erinevuste võrdlemiseks töödeldi andmeid *post-hoc* testiga, millest kasutati Tukey testi, piirdiferentsiks 95% usutavuse tasemel. Kүүsلاugu saagikuse parameetrite ja biokeemilise koostise vahelisi seoseid hinnati Pearsoni korrelatsioonanalüüsi abil. Andmete analüüsimisel kasutati statistika programmi R. Joonistel ühesuguste tähtedega tähistatud väärtused statistiliselt oluliselt ei erine. Jooniseid ei koostatud, kui biostimulantide ja lehevätise kasutamine mõju ei avaldanud ja tulemused olid sarnased.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Biostimulantide mõju küüslaugu saagikusele

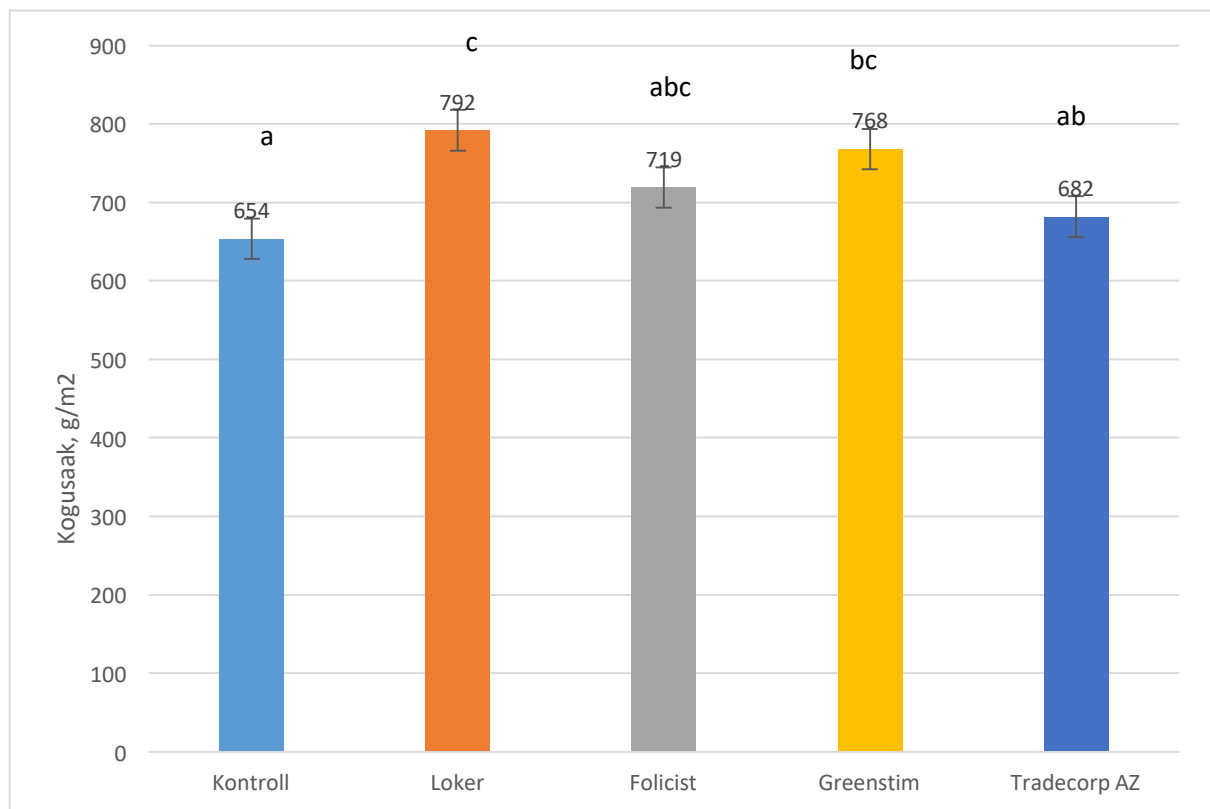
Taliküüslauk 'Liubasha' liitsibula mass jäi vahemikku 55...65 g (joonis 3). Võrreldes kontrollvariandiga saadi suurema massiga liitsibulad biostimulante Greenstim ning Loker kasutades.



Joonis 3. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' liitsibula mass (g) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest biostimulantidega ja lehevätisega 2020. aastal.

Eesti Maaülikoolis on biostimulantide mõju küüslaugu saagikusele uuritud ka eelnevatel aastatel. Pai (2017) bakalaureuse töös varieerus taliküüslauk 'Ziemiai' liitsibula mass 42g...53 g, Jürissoni (2020) magistritöös varieerus 'Liubasha' liitsibula mass 25...33 g. Käesoleva uurimustöö küüslaugu suurem mass võrreldes eelmiste uuringute tulemustega võib olla tingitud osaliselt soodsatest keskkonna- ja meteoroloogilistest tingimustest, sest kõikide katsevariantide liitsibula mass ületas eelnevate uuringute tulemusi.

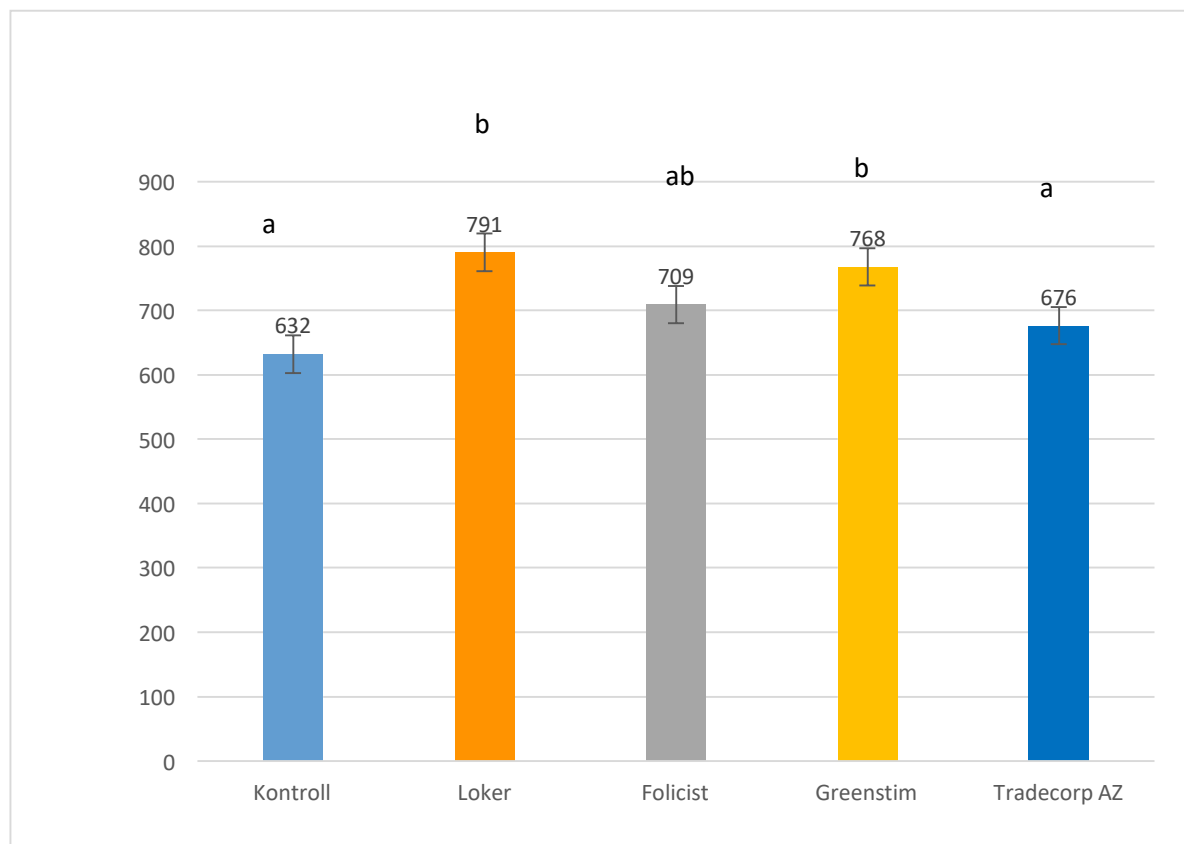
Taliküüslauk 'Liubasha' kogusaak varieerus erinevate biostimulantide ja lehevätise kasutamise lõikes 682...792 g (joonis 4). Katsetulemustest selgus, et kõige suurema massiga saak saadi pritsimisel biostimulandiga Loker (792 g/m²) ja kõige väiksemaks jäi kontrollvariandi saak (654 g/m²). Biostimulandi Greenstim kasutamine tagas samuti võrreldes kontrollvariandiga suurema kogusaagi. Ka Tradecorp AZ ja Folicist preparaatidega pritsimine näitas saaki suurendavat tendentsi, kuigi statistiline erinevus kontrolliga puudus.



Joonis 4. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' kogusaak (g/m²) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest biostimulantidega ja lehevätisega 2020. aastal.

Tarbija ootus on osta kvaliteetset toodangut ja sellepärast arvestatakse kaubanduslikuks saagiks liitsibulad, mille läbimõõt on suurem kui 4 cm. Küüslaugud sorteeriti ja eemaldati kõik läbimõõdult sobimatud, tarbimiseks kõlbmatud (mädanenud) ja kahjustustega tooted. Suurema massiga kaubanduslik saak saadi taimede pritsimisel biostimulantidega Loker ja Greenstim (joonis 5), mille kasutamisel olid kogusaagi ja kaubandusliku saagi massid võrdsed. Lokeriga pritsimisel saadi kogusaagiks ja kaubanduslikuks saagiks mõlemal juhul 792 g/m² ja Greenstim kasutamisel 768 g/m². Biostimulandiga Folicist ja lehevätisega

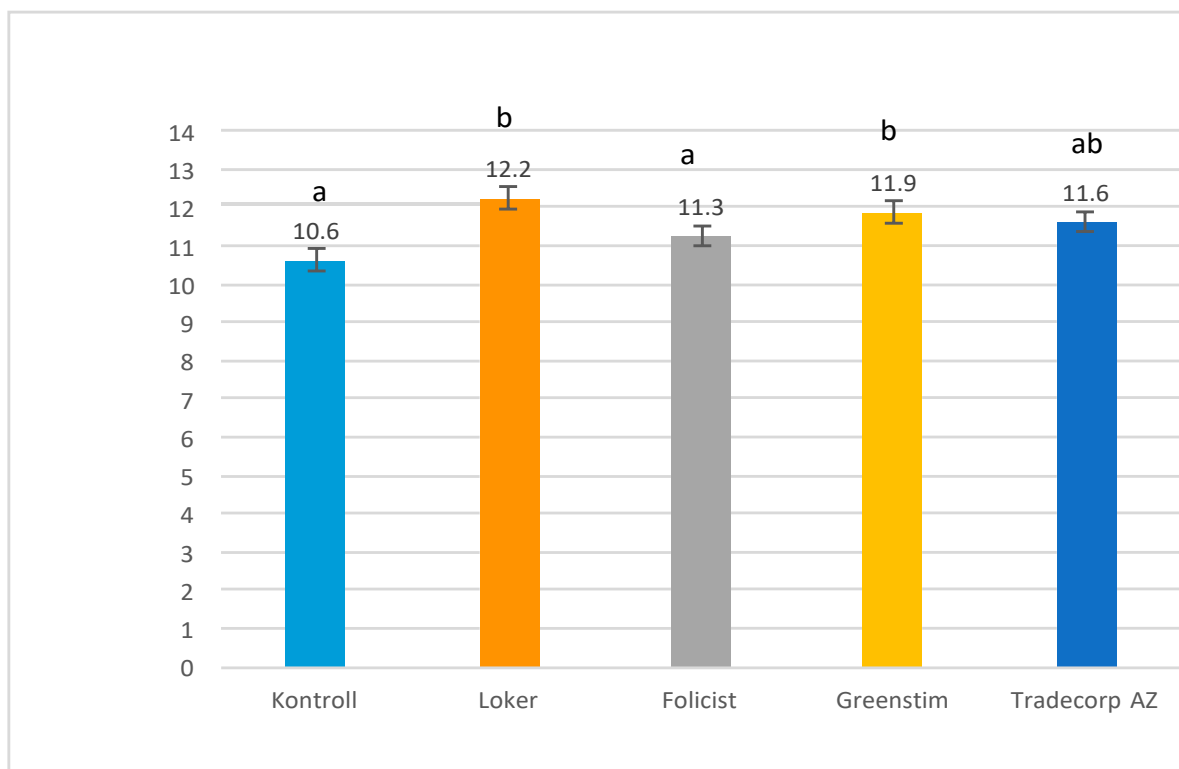
Tradecorp AZ pritsimine kaubandusliku saagi massile mõju ei avaldanud.



Joonis 5. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' kaubanduslik saak (g/m^2) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest biostimulantidega ja lehevätisega 2020. aastal.

Taliküüslaugu 'Liubasha' küüslaugu liitsibulate arv ruutmeetril sõltuvalt biostimulantide ja lehevätise kasutamisest olid tulemused sarnased ning arvuks jäi keskmiselt 12 tk/m^2 . 2007-2008. a. taliküüslaugu saagikust uurinud Põldma sai katsepõllul ruutmeetritl veidi rohkem küüslaukusi kui sügisel maha pandi. Mõnikord on ühte küünt ümbritseva kuivsoomuse sees kaks idu, millest areneb kaks taime (Põldma 2008).

Kaubandusliku saagi arvestamisel võeti arvesse küüslaugu liitsibulad, mille läbimõõt oli vähemalt 4 cm. Biostimulantidega Loker ja ja Greenstim pritsitud variandid andsid kontrolliga võrreldes suurema kaubandusliku saagi vastavalt $12,2 \text{ tk/m}^2$ ning $11,9 \text{ tk/m}^2$ (joonis 6). Preparaatide Folicist ja Tradecorp AZ kasutamisel olulist mõju ei olnud.



Joonis 6. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' liitsibulate kaubanduslik saak (tk/m²) sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest biostimulantidega ja leheväetisega 2020. aastal.

Saagikuse osas selgus, et kõik preparaadid näitasid saagikust suurendavat mõju, kuid statistiliselt usutav positiivne mõju oli biostimulantide Loker ja Greenstim kasutamisel. Lehtede pritsimisel preparaatidega Loker ja Greenstim saadi suurema massiga liitsibulad, kogusaak ja kaubanduslik saak (g) ning liitsibulate kaubanduslik saak (tk/m²).

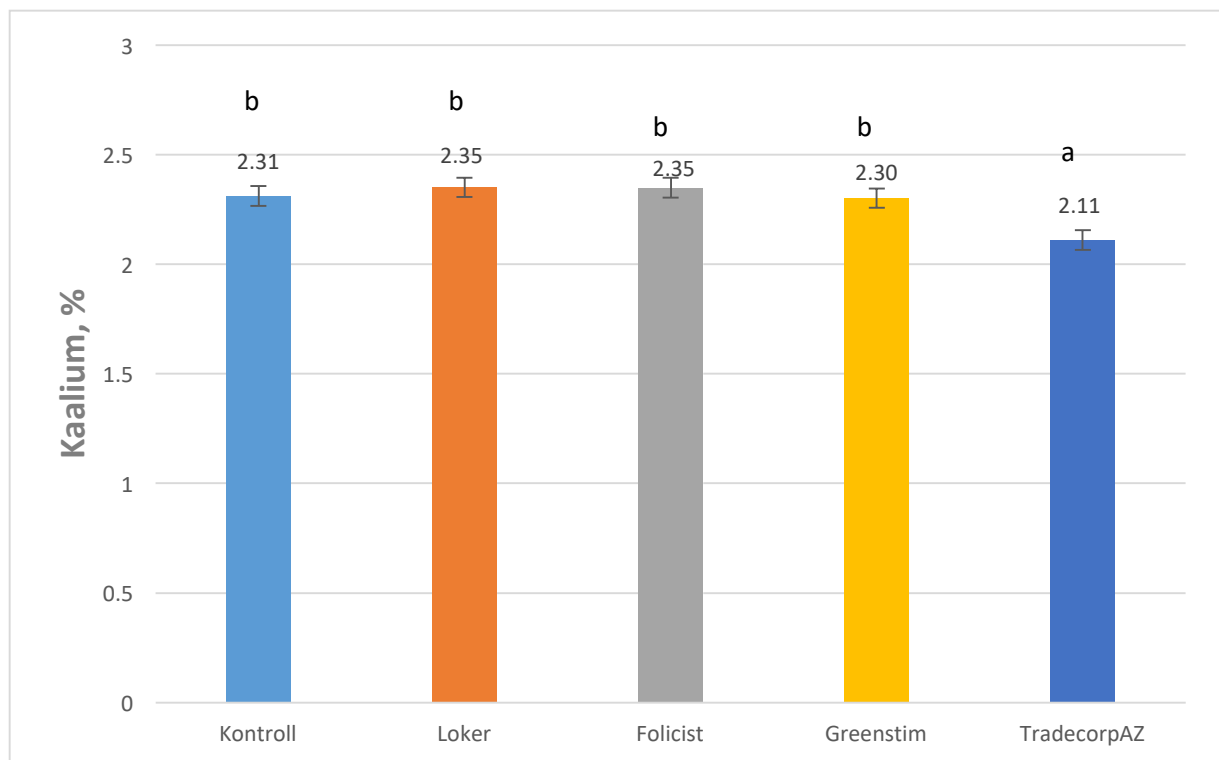
Biostimulant Folicist saagikusele mõju ei avaldanud. Tootja teabes on välja toodud, et Folicisti üheks omaduseks on tõsta taimehormoonide aktiivsust, kindlustamaks eelkõige taimede ühtlane õitsemine ja viljade moodustumine (Baltic Agro). Toiduks kasvatataval küüslaugul eemaldatai õisikud, et saagikus ei väheneks ja katsepõllul lõigati taimedel ära kõik õievarred. Küüslaugu kasvatustehnoloogia võrreldes õitsevate taimedega on erinev ja see võib olla üheks põhjuseks, miks ei sobi Folicisti sibulköögiviljade kasvatamisel kasutada. Tradecorp AZ sisaldab kelaaditud mikroelemente Fe, Cu, Mn, Zn, lisaks vees lahustuvat B ja Mo (Baltic Agro). Katsepõllu toiteelementide sisaldus mullaproovi andmetel oli piisav. Sügisel väetati katsepõldu sügisväetisega Plantena Max 3-8-20 ja kevadel aprillis YaraMila Cropcare 11-11-21 ning mai kuus ammoniumnitraadiga. Leheväetis Tradecorp AZ kasutamine ei olnud efektiivne, sest vajadus mikroelementide järele puudus.

3.2. Kõuslaugu lehtede ja liitsibula biokeemiline koostis

Kirjanduse andmetel on mineraalsete elementide sisaldus taimede erinevates osades erinev ja kõigub suurtes piirides. Lehtedes on tavaliselt palju lämmastikku, kaaliumi, kaltsiumi, magneesiumi ja fosforit, juurtes ja mugulates aga vähem (Taimede toitumise... 1996).

Lämmastikul on tähtis koht saagi kujunemisel, tema puudus või üleküllus on väliselt nähtavad ja tuntavad (Taimede toitumise... 1996). Kõuslaugu lehtede ja liitsibulate lämmastikusisalduse poolest olid tulemused kontrollvariantidega võrreldes sarnased. Lehtedes oli lämmastiku sisaldus 2,64...2,79% ja liitsibulas 3,40...3,89%. Biostimulantidega ja lehevätisega pritsimisel lehtedes ja liitsibulas mõju puudus. Erinevaid väetamisvariante uurinud Kade (2017) katse tulemusena mõjutas lämmastikuga väetamine lämmastiku sisaldust liitsibulas jäädes vahemikku 3,75...3,82%. Kuusiku (2019) uurimustöös saadi väetamisel liitsibula keskmiseks lämmastiku sisalduseks 3,61...3,78%. Egiptuses 2008/2009 korraldatud katses humiinhape lämmastiku sisaldust ei mõjutanud (Abdel-Razzak, El-Sharkawy 2013). Võrreldes varem tehtud uuringutega Eestis erineb käesoleva katse liitsibula lämmastiku sisaldus eelnevatest vähe, sest on kõikide variantide keskmisena 3,70%.

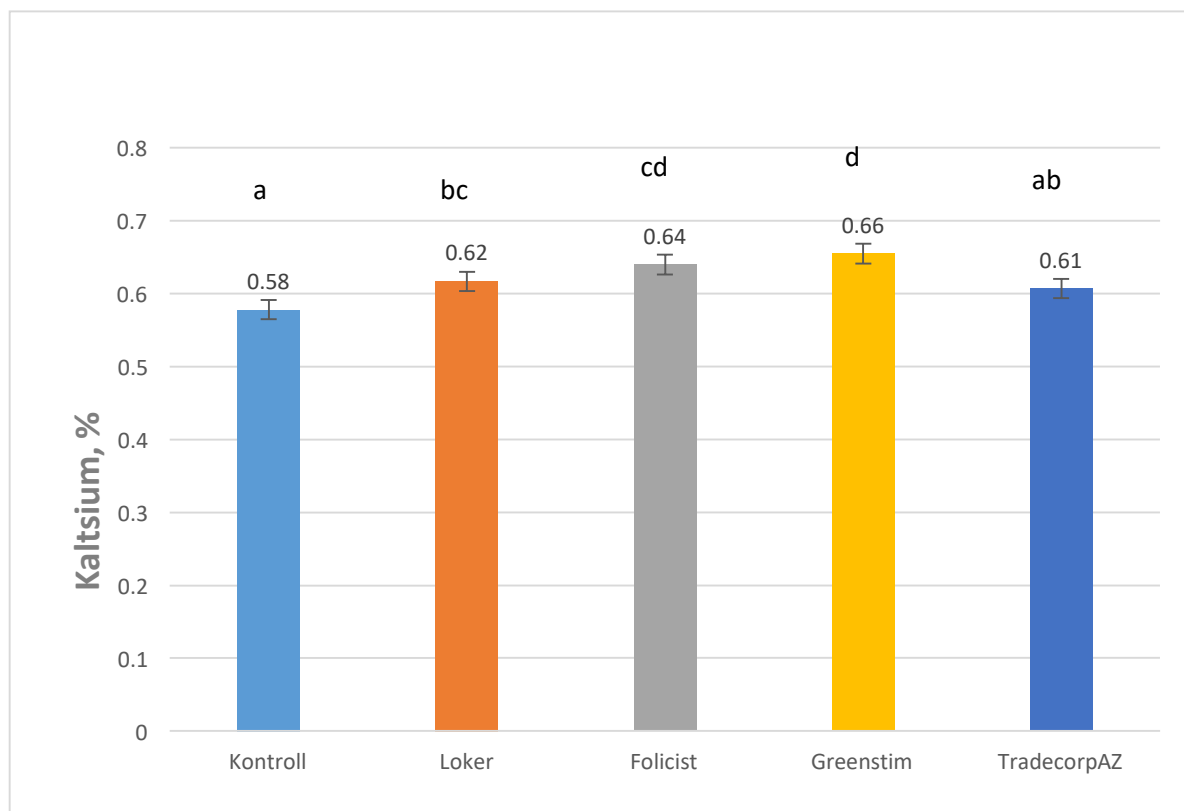
Kaaliumi ülesanne on suurendada taimede külma-, põua ja haiguskindlust, samuti parandab see saagi kvaliteeti (Taimede toitumise... 1996). Kõuslaugu lehtede kaaliumi sisaldus varieerus 2,11...2,35%. Kontrollvariandiga võrreldes avaldas negatiivset mõju Tradecorp AZ lehevätisega pritsimine (joonis 7). Biostimulantide kasutamine lehtede kaaliumi sisaldusele mõju ei avaldanud.



Joonis 7. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' kaaliumi sisaldus (%) küüslaugu lehtedes sõltuvalt kasvuajast pealtväetamisest biostimulantidega ja lehevätisega 2020. aastal.

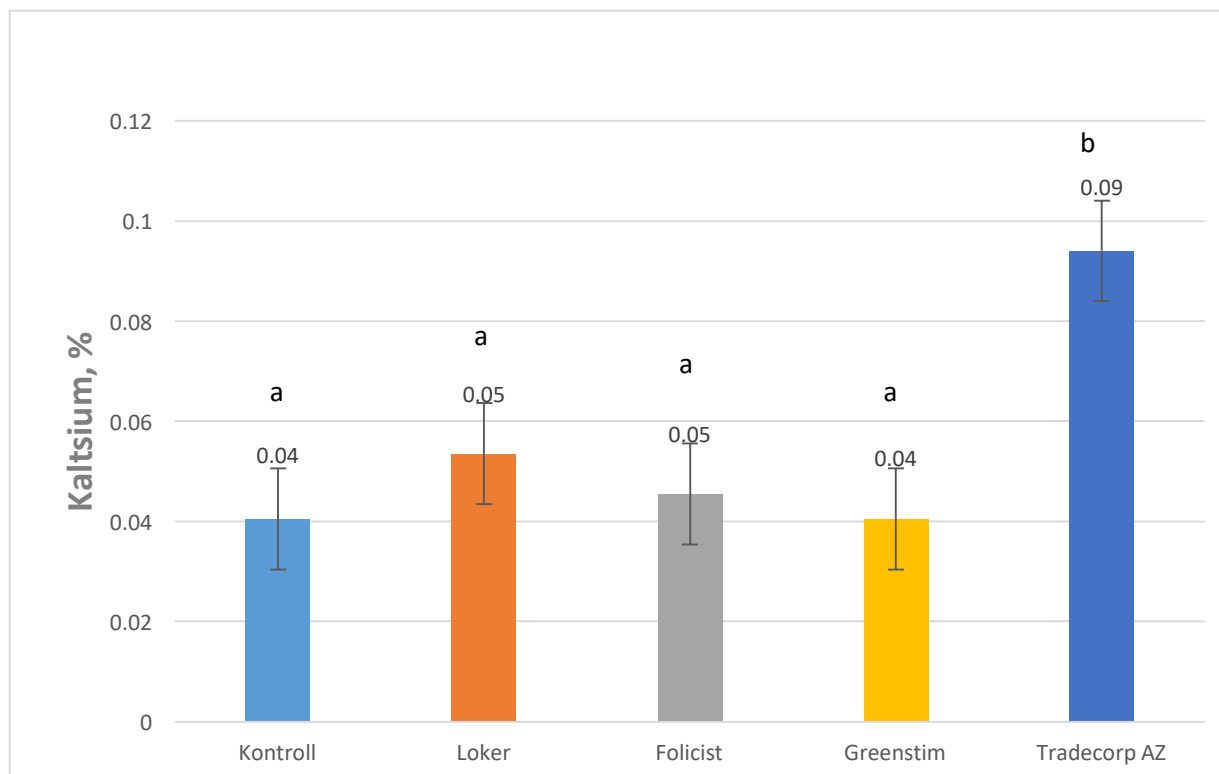
Liitsibula kaaliumi sisaldust biostimulantide ja lehevätise kasutamine ei mõjutanud. Keskmiseks kaaliumi sisalduseks kujunes 1,22%. Erinevaid sorte uurinud Tikk (2015) sai 'Liubasha' liitsibula kaaliumi sisalduseks 1,18%, mis on vähem, kui käesolevas katses. Väetamisvariante uurinud Kuusiku (2019) katse tulemusena sisaldasid lehed keskmiselt 1,58% ja liitsibul keskmiselt 0,93% kaaliumi. Egiptuses 2008/2009 a. läbiviidud katse, kus taimi pritsiti kasvuperioodil kahel korral humiinhappega, suurenes kaaliumi sisaldus liitsibulas (Abdel-Razzak, El-Sharkawy 2013).

Kaltsium on vajalik taimetoitaineks ja biokeemilisi protsesse aktiveeriv element. Taimede fotosünteesiga on kaltsiumil tihe seos (Taimede toitumise... 1996). Kaltsiumi sisaldus küüslaugu lehtedes varieerus 0,58...0,66%. Biostimulantide Loker, Folicist ja Greenstim kasutamine mõjutas küüslaugulehtede kaltsiumi sisaldust võrreldes kontrolliga positiivselt (joonis 8). Tradecorp AZ lehevätisega pritsimine kaltsiumi sisaldust lehtedes ei mõjutanud, sest tulemus oli kontrolliga sarnane. Erinevate kontrollitud lahustuvusega väetiste mõju uurinud Kuusiku (2019) uurimustöös saadi küüslaugu lehtede kaltsiumi sisalduseks 0,66...1,05%.



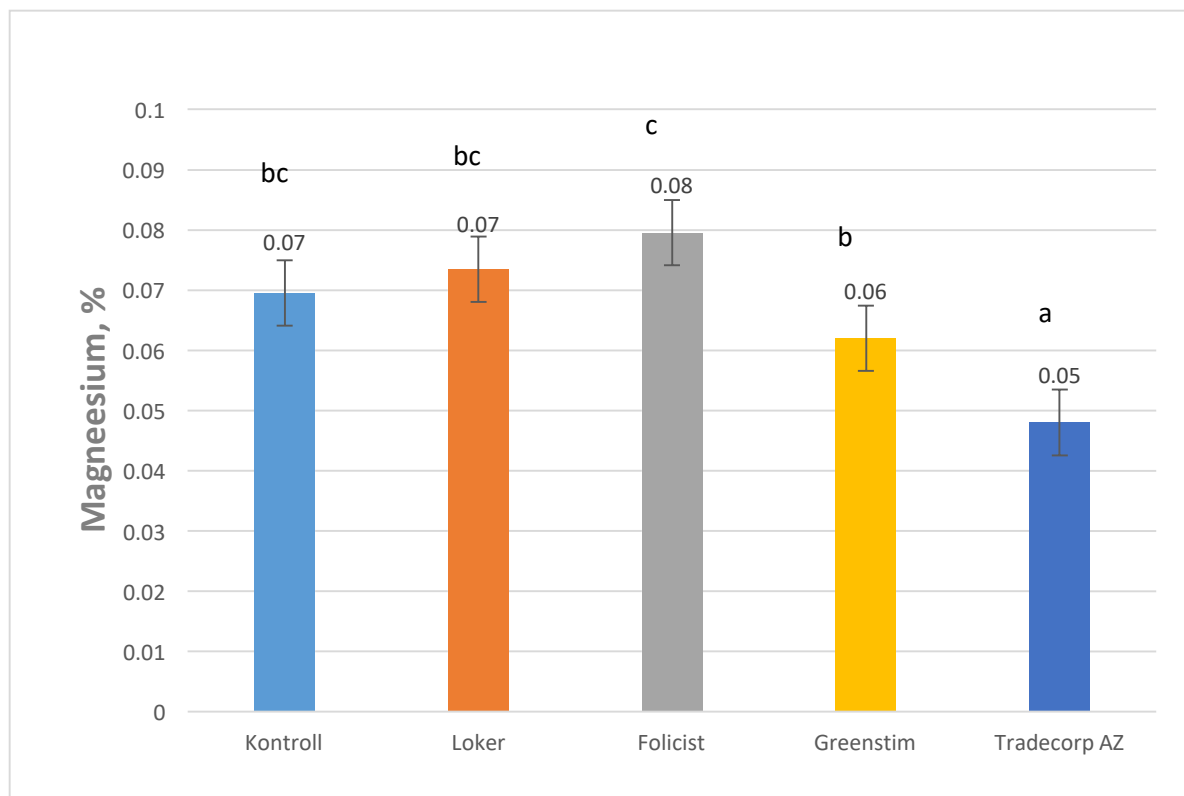
Joonis 8. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' kaltsiumi sisaldus (%) küüslaugu lehtedes sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest biostimulantidega ja leheväetisega 2020. aastal.

Kaltsiumi sisaldus liitsibulas varieerus 0,04...0,09%. Biostimulandid Loker, Folicist ja Greenstim kaltsiumi sisaldusele mõju ei avaldanud, sest erinevust kontrollvariandiga ei olnud. Kaltsiumi sisaldus oli suurim leheväetist Tradecorp AZ kasutades, 0,09% (joonis 9). Küüslaukude sordiomaduste mõju uurinud Tikk (2015) uurimustöös on 'Liubasha' liitsibula keskmiseks kaltsiumisisalduseks 0,02%.



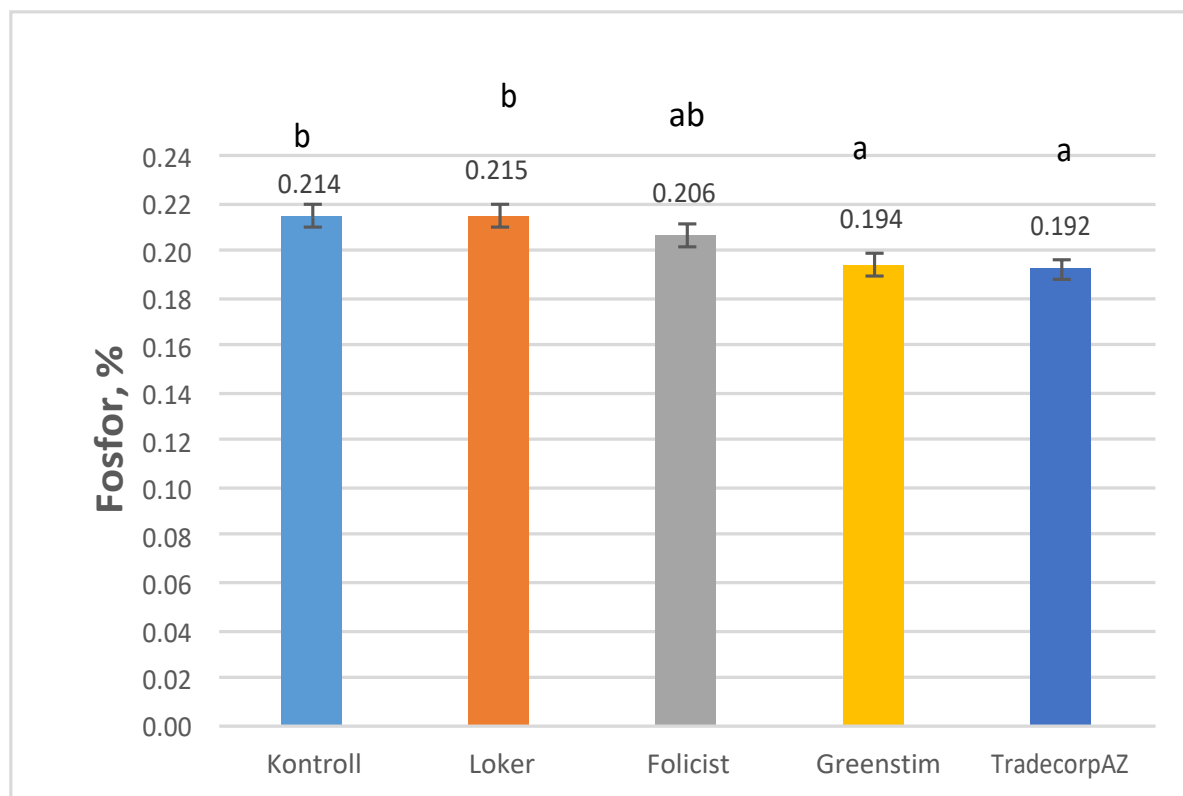
Joonis 9. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' kaltsiumi sisaldus (%) küüslaugu liitsibulates sõltuvalt kasvuaegsest pealtvõetamisest biostimulantidega ja lehevõetisega 2020. aastal.

Taim vajab magneesiumi fotosünteesil ja hiljem paigutab selle ümber valmivatesse liitsibulatesse (Taimede toitumise... 1996). Biostimulantidega ja lehevõetisega pritsimine magneesiumi sisaldusele lehtedes mõju ei avaldanud, sest statistiliselt usutavad erinevused võrreldes kontrolliga puudusid. Magneesiumi sisaldus lehtedes varieerus vahemikus 0,15...0,17%. Kuusiku (2019) võetamise katsetulemustes saadi sordi 'Liubasha' lehtede magneesiumisisalduseks 0,23%. Magneesiumi sisaldusele küüslaugu liitsibulas biostimulantidega Loker, Folicist ja Greenstim pritsimisel samuti mõju ei olnud, kuid Tradecorp AZ mõju oli negatiivne (joonis 10).



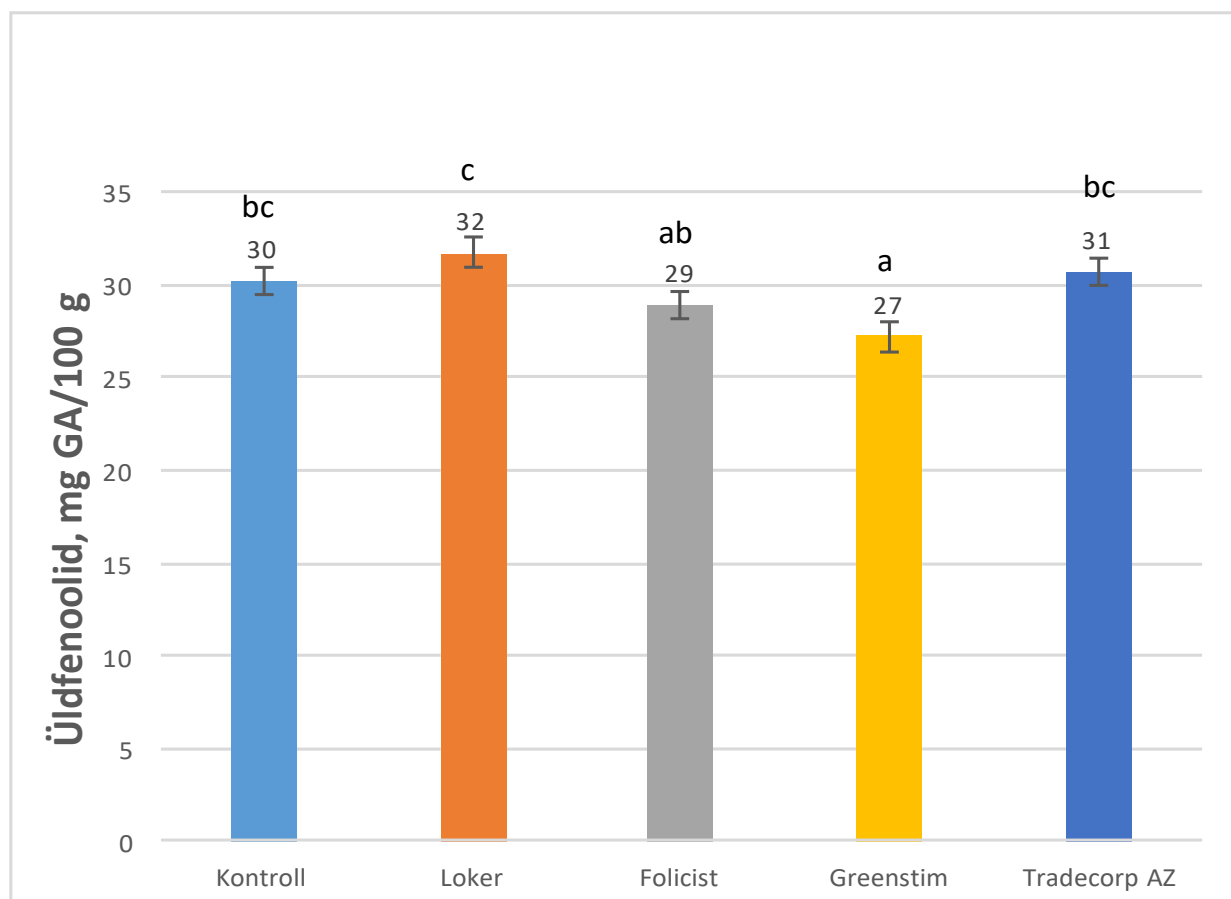
Joonis 10. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' magneesiumi sisaldus (%) küüslaugu liitsibulates sõltuvalt kasvuaegsest pealtvõetamisest biostimulantidega ja lehevõetisega 2020. aastal.

Fosfori sisaldus küüslaugu lehtedes varieerus 0,192...0,215%. Võrreldes kontrollvariandiga oli küüslaugu lehtede fosfori sisaldusele preparaatidega Greenstim ja Tradecorp AZ pritsimisel negatiivne mõju (joonis 11). Kuusiku (2019) väetamiskatses oli sordi 'Liubasha' lehtede fosfori sisaldus keskmiselt 0,20...0,22%. Fosfor on asendamatu taimekasvu reguleerivate ühendite koostises, kuid taimed vajavad fosforit vähem kui lämmastikku ja kaaliumi. Fosforit on palju fütiinis, vitamiinides ja hormoonides, mistõttu see soodustab taimede arengut ja valmimist (Taimede toitumise... 1996). Preparaatide kasutamise liitsibula fosfori sisaldusele statistiliselt usutavat mõju ei avaldanud. Liitsibula fosfori sisaldus varieerus biostimulante ja lehevõetist kasutades 0,50...0,52%. Väetamiskatses 2019. a. varieerus sordi 'Liubasha' liitsibula fosfori sisaldus 0,54...0,55% (Kuusik 2019). Egiptuses 2008/2009 korraldatud katse tulemusena, milles uuriti humiinhappega pritsimise mõju fosfori sisaldusele küüslaugu küüntes, jõeldati, et pritsimine suurendas fosfori kontsentratsiooni (Abdel-Razzak, El-Sharkawy 2013).



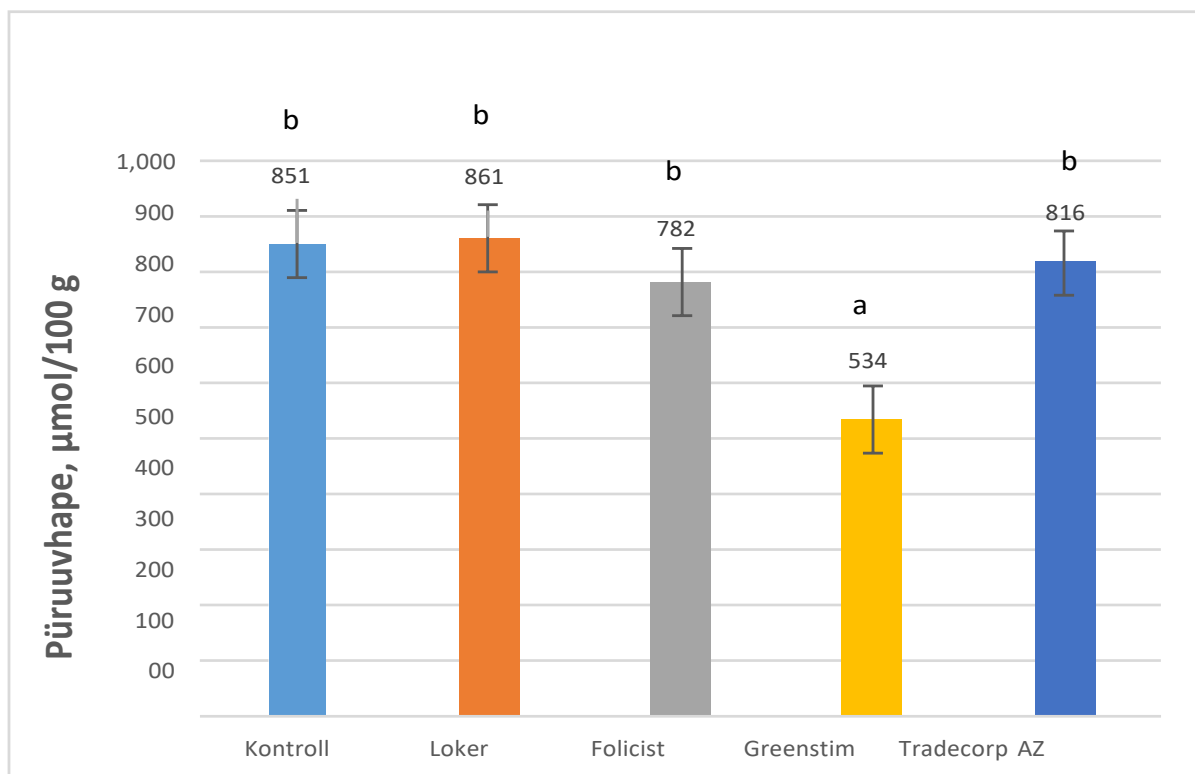
Joonis 11. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' fosfori sisaldus (%) küüslaugulehtedes sõltuvalt kasvuajast pealtväetamisest biostimulantide ja lehevätisega 2020. aastal.

Üheks küüslaugu kvaliteedi ja kasulikkuse näitajaks on fenoolsete ühendite sisaldus. Üldfenoolide sisaldus varieerus 27...32 mg GA/100g (joonis 12). Katse keskmine üldfenoolide sisaldus oli 30 mg GA/100g. Biostimulantidega Loker ja Folicist ning lehevätisega Tradecorp AZ pritsimisel üldfenoolide sisaldusele mõju ei olnud. Greenstim kasutamisel oli negatiivne mõju, sest üldfenoolide sisaldus vähenes. Varasemates katsetes, milles üldfenoolide sisaldust on määratud, saadi erinevate väetusvariantide võrdluses tulemusteks keskmiselt 34,2 mg GA/100g (Kade 2017) ja erinevate sortide võrdluses sordil 'Liubasha' 78,9 mg GA/100g (Tikk 2015). Üldfenoolide sisaldus käesolevas katses oli väiksem, kui eelnevates uuringutes.



Joonis 12. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' fenoolsete ühendite sisaldus (mg GA/100g) küüslaugu liitsibulas sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest biostimulantidega ja leheväetisega 2020. aastal.

Püruuvhappe annab küüslaugule iseloomuliku kibeda maitse ja selle sisaldus on oluline sibulköögiviljade kvaliteedinäitaja (Moor jt 2013). Püruuvhappe sisaldus varieerus 534...861 $\mu\text{mol}/100\text{g}$. Preparaadid Loker, Folicist ja Tradecorp AZ püruuvhappe sisaldusele mõju ei avaldanud (joonis 13). Biostimulandi Greenstim kasutamisel oli negatiivne mõju. Varasemas sordivõrdluskatses mõõdeti 'Liubasha' püruuvhappe sisalduseks 23,9 $\mu\text{mol}/\text{g}$ (2390 $\mu\text{mol}/100\text{g}$) (Tikk 2015). Püruuvhappe sisaldus erineb sortidest, saagi küpsusest, mullatüübist, mulla niiskusest ja teistest kasvu- ja keskkonnatingimustest (Dhumal jt 2007).



Joonis 13. Taliküüslaugu sordi 'Liubasha' püruuvhappe ($\mu\text{mol}/100\text{g}$) sisaldus küüslaugu liitsibulates sõltuvalt kasvuaegsest pealtväetamisest biostimulantidega ja leheväetisega 2020. aastal.

Küüslaugu kuivaine sisaldus on oluline kvaliteedi näitaja, millel peale tervislikkuse tarbijale on tähtis osa pikemaajalisel säilitamisel. Käesolevas katses biostimulantidega ja leheväetisega pritsimine kuivaine sisaldusele mõju ei avaldanud. Kuivaine sisaldus liitsibulas oli 32...33%. Varasemates uuringutes on Eestis kasvatatud küüslaukude sordivõrdluskatses 'Liubasha' kuivaine sisalduseks saadud 34% (Tikk 2015) ja väetuskatses 32...33% (Kade 2017). Hoiustamisel säilivad suurema kuivainesisaldusega (üle 35%) küüslaugud paremini (Vazques-Barrios jt 2006; Põldma jt 2012).

3.3. Korrelatsioonanalüüs

Korrelatsioonanalüüsis võrreldakse küüslaugu kasvuaegseid näitajaid, kogusaagi näitajaid ja lehtede ning liitsibula biokeemilist koostist (tabel 1). Küüslaugulehtedest võeti proovid taimede aktiivsel kasvuperioodil juunikuus ja liitsibula biokeemilist koostist analüüsiti sügisel, kui küüslauk oli kuivatatud.

Liitsibulates sisalduv magneesium on tugevas seoses lehtedes sisalduva lämmastikuga ($r=0,61$; $p=0,05$), lehtedes sisalduva fosforiga ($r=0,73$; $p=0,05$) ja lehtedes sisalduva kaaliumiga ($r=0,87$; $p=0,05$). Lämmastik, fosfor ja kaalium on esmatähtsad taime toiteelemendid, mis on vajalikud taime kasvamiseks ja arenemiseks, et kujuneks välja kvaliteetne saak. Samuti on tugevad seosed lehtedes sisalduva magneesiumi ja liitsibulas sisalduva lämmastiku ($r=0,74$; $p=0,05$) ning liitsibulas sisalduva kaltsiumi vahel ($r=0,60$; $p=0,05$). Lehtedes sisalduv fosfor on tugevas positiivses seoses lehtedes olev magneesiumiga ($r=0,91$; $p=0,05$) ja lehtedes sisalduva kaaliumiga ($r=0,67$; $p=0,05$). Lehtedes sisalduv kaltsium on tugevas seoses lehtedes sisalduva lämmastikuga ($r=0,76$; $p=0,05$). Liitsibulates sisalduva kaltsiumi ja kuivaine vahel on tugev seos ($r=0,69$; $p=0,05$). Liitsibulate püruuvhappe sisalduse ja üldfenoolide sisalduse vahel on tugev positiivne seos ($r=0,78$; $p=0,05$). Samuti on tugev seos liitsibula püruuvhappe sisalduse ja lehtedes sisalduva fosfori vahel ($r=0,66$; $p=0,05$).

Tulemustest selgub, et kogusaak ja ühe liitsibula mass on tugevas positiivses seoses ($r=0,84$; $p=0,05$). Kogusaagi ja liitsibula kaaliumi sisalduse vahel on tugev positiivne seos ($r=0,63$; $p=0,05$). Kaalium parandab köögiviljade kvaliteeti, suurendades nendes suhkru- ja tärklisesisaldust (Taimede toitumise... 1996). Kaalium on vajalik mineraalelement küüslaugu säilimisel. Lehtede kaltsiumisisalduse ja ühe liitsibula massi vahel on tugev positiivne seos ($r=0,66$; $p=0,05$).

Tugevad negatiivsed seosed on liitsibula püruuvhappe sisalduse ja liitsibula fosfori ($r=-0,68$; $p=0,05$) ning püruuvhappe ja lehtede kaltsiumi ($r=-0,68$; $p=0,05$) sisalduse vahel. Negatiivne seos on liitsibula kuivaine ja liitsibula fosforisisalduse ($r=-0,68$; $p=0,05$) ning kuivaine ja liitsibula kaaliumisisalduse vahel ($r=-0,82$; $p=0,05$). Liitsibula lämmastikuisaldus on tugevas negatiivses seoses liitsibula magneesiumisisaldusega ($r=-0,69$; $p=0,05$) ja lehtede fosforisisaldusega ($r=-0,75$; $p=0,05$) ning lehtede kaaliumisisaldusega ($r=-0,62$; $p=0,05$).

Liitsibula kaltsiumisisaldus on tugevas negatiivses seoses liitsibula magneesiumisisaldusega ($r=-0,75$; $p=0,05$) ja lehtede kaaliumisisaldusega ($r=-0,85$; $p=0,05$). Liitsibula ja lehtede magneesiumisisalduse vahel on tugev negatiivne seos ($r=-0,87$; $p=0,05$). Tugev negatiivne seos on lehtede kaaliumi- ja magneesiumisisalduse vahel ($r=-0,78$; $p=0,05$).

Korrelatsioonanalüüsi põhjal saab järeldada, et käesolevas katses lehtede mineraalelementide (N, P, K, Mg) ja saagikuse vahel seos puudub. Kogusaagi ja ühe liitsibula massi vahel oli tugev seos – mida suurema massiga liitsibulad kasvavad, seda suurem saak koristatakse. Üldfenoolide ja püruuvhappe sisalduse vaheline seos oli tugev, kuid katses kasutatud preparaadid ei avaldanud mõju püruuvhappe ja üldfenoolide sisaldusele. Tugev positiivne seos kuivaine, püruuvhappe ja üldfenoolide sisalduse vahel puudus.

Tabel 1. Korrelatsioonanalüüsi tulemused. Statistiliselt olulised seosed on paksus kirjas.

	Ls, üldfenoolid, mg GA/100 g FW	Ls, püruuvhape, μmol/100 g	Ls, kuivaine, %	Ls, N, %	Ls, P, %	Ls, P, %	Ls, Ca, %	Ls, Mg, %	Kogusaak, g/m ²	1 Ls mass, g	L, N, %	L, P, %	L, K, %	L, Ca, %	L, Mg, %
Ls, üldfenoolid, mg GA/100 g FW	1,00														
Ls, püruuvhape, μmol/100 g	0,78	1,00													
Ls, kuivaine, %	0,28	0,49	1,00												
Ls, N, %	-0,35	-0,53	-0,07	1,00											
Ls, P, %	-0,31	-0,68	-0,68	0,22	1,00										
Ls, K, %	-0,01	-0,33	-0,82	0,03	0,51	1,00									
Ls, Ca, %	0,35	0,27	0,69	0,35	-0,25	-0,54	1,00								
Ls, Mg, %	-0,05	0,21	-0,19	-0,69	-0,15	0,13	-0,75	1,00							
Kogusaak, g/m ²	0,40	-0,16	-0,29	-0,11	0,43	0,63	0,02	-0,11	1,00						
1 Ls mass, g	0,17	-0,20	-0,07	-0,08	0,31	0,37	0,21	-0,10	0,84	1,00					
L, N, %	-0,47	-0,37	-0,21	-0,01	0,07	0,13	-0,48	0,61	-0,03	0,23	1,00				
L, P, %	0,49	0,66	-0,19	-0,75	-0,27	0,21	-0,51	0,73	-0,02	-0,20	0,05	1,00			
L, K, %	-0,12	0,03	-0,51	-0,62	0,10	0,52	-0,85	0,87	0,13	0,06	0,50	0,67	1,00		
L, Ca, %	-0,51	-0,68	-0,22	0,20	0,33	0,30	-0,19	0,14	0,40	0,66	0,76	-0,42	0,22	1,00	
L, Mg, %	-0,39	-0,50	0,15	0,74	0,30	-0,26	0,60	-0,87	-0,13	0,02	-0,33	0,91	-0,78	0,08	1,00

*Ls = liitsibul, L = leht.

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada, kas biostimulantide ja leheväetiste kasutamine soodustab taliküüslaugu sordi 'Liubasha' toitainetega varustatust, suurendab saagikust ja biokeemilist koostist.

Küüslaugu katsepõld rajati 2019. a. sügisel Peipsiääre vallas Kodaveres. Eesti kliimatilistes tingimustes võivad erinevad aastad anda erinevaid tulemusi. Taimede kasvuaegne ilm ja keskkonnatingimused on olulised ja mõjutavad saagikust ning saagi kvaliteeti.. Talvised temperatuurid jäid püsivalt plusskraadidesse. Kuigi lumikate puudus täiesti, talvitusid küüslaugud hästi, sest maapind ei külmunud ja külmakahjustusi ei tekkinud. Kevadine vegetatiivne kasv algas aprillis. Ilmastikutingimused olid soodsad, jätkus õhusooja ja niiskust. Mulla toitainete sisaldus ja pH olid sobivad küüslaugu kasvatamiseks. Sügisväetis ja kevadised väetamised enne biostimulantide ja leheväetise kasutamist tagasid vajalikud taimetoitained. Uurimistöö tulemustena saab välja tuua järgmist:

- Biostimulantide Loker ja Greenstim kasutamine suurendas kogusaaki keskmiselt 19% ja kaubanduslikku saaki keskmiselt 23% võrreldes kontrollvariandiga. Liitsibula mass suurenes keskmiselt 17%. Katse tulemuste põhjal võib soovitada biostimulante Loker ja Greenstim, millega pritsimine kindlustas suurema liitsibula massi ja tagas kõrgema saagikuse. Loker sisaldab rikkalikult polüsahhariide ja fenüülpropanoide, mis aitavad taimesiseseid kaitsemehhanisme tugevdada. Greenstim koosneb 97% glütsiinbetaiinist, mis aitab taluda külmast, kuivusest, kuumusest ja kasvusubstraadi koostisest tingitud stressi. Biostimulantide ja leheväetisega pritsimine küüslaugu liitsibulate arvu ühel ruutmeetril ei mõjutanud. Biostimulandi Folicist ja leheväetise Tradecorp AZ kasutamine saagikust ei suurendanud.
- Ükski katses kasutatud preparaat ei mõjutanud liitsibula lämmastiku, kaaliumi ja kuivaine sisaldust. Biostimulandi Greenstim mõju oli üldfenoolide ja püruuvhappe sisaldusele negatiivne. Leheväetis Tradecorp AZ mõjutas positiivselt liitsibula kaltsiumi sisaldust, kuid mõjus negatiivselt magneesiumi sisaldusele. Biostimulandid Loker ja Folicist liitsibula biokeemilisele koostisele mõju ei avaldanud.

Püstitatud hüpotees leidis osaliselt kinnitust. Biostimulantide ja leheväetiste kasutamist küüslaugukasvatuses võib soovitada, sest keskkonnasäästlik põllumajandus on muutumas üha aktuaalsemaks. Sobiva preparaadi kasutamine alates küünte mahapanekust kuni saagikoristuseni sõltub mitmest asjaolust – sordist, keskkonnatingimustest, agrotehnikast jne. Käesolevas töös olid saagikust suurendavad preparaadid Loker ja Greenstim, mille otstarve oli toetada taimi stressiolukordades.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Atif, M. J., Amin, B., Ghani, M. I., Ali, M., Zhang, S., Cheng, Z.** (2020). Effect of photoperiod and temperature on garlic (*Allium sativum* L.) bulbing and selected endogenous chemical factors. - *Environmental and Experimental Botany*. Vol. 180, 104250.
- Abadía, A., Abadía, J., Albaladejo, J., Barberá, G. G., Fernández, V., Ruiz-Navarro, A., Querejeta, J. I.** (2019). Foliar fertilization of two dominant species in a semiarid ecosystem improves their ecophysiological status and the use efficiency of a water pulse. - *Environmental and Experimental Botany*. Vol. 167, 103854.
- Abdel-Razzak, H. S., El-Sharkawy, G. A.** (2013). Effect of Biofertilizer and Humic Acid Applications on Growth, Yield, Quality and Storability of Two Garlic (*Allium sativum* L.) Cultivars. - *Asian Journal of Crop Science*. Vol. 5, pp. 48-64.
- Aianduse valdkonna käsiraamat (porgand, küüslauk, avamaakurk, maasikas, aedmustikas, must sõstar). (2011)/ Koost. K. Karp, H. Luik, P. Põldma, K. Vahejõe. Eesti Maaülikool. Tartu 2011. 73 lk.
- Anton, D., Püssa, T.** (2015). Fenoolsed ühendid tomais ja nende tähtsus meie toidus. *Konverentsi "Terve loom ja tervislik toit 2015" kogumik*. Tartu: Eesti Maaülikool, lk 109.
- Baltic Agro.** [veebileht] <https://www.balticagro.ee/biostimulaatorid> (28.12.2020).
- Barboza, K., Salinas, M. C., Acuña, C. V., Bannoud, F., Beretta, V., García-Lampasona, S., Burba, J. L., Galmarini, C. R., Cavagnaro, P. F.** (2020). Assessment of genetic diversity and population structure in a garlic (*Allium sativum* L.) germplasm collection varying in bulb content of pyruvate, phenolics, and solids. – *Scientia Horticulturae* 261 (2020) 108900.
- Belokar, S. A.** (2021). Biocontrol Agents and Secondary Metabolites. Applications and Immunization for Plant Growth and Protection. - *Woodhead Publishing*, pp. 469-481.
- Boss-Teichmann, C., Richter, T.** (2003). Karulauk ja küüslauk. Kirjastus Egmont Estonia. 79 lk.
- Buono, D. D.** (2021). Can biostimulants be used to mitigate the effect of anthropogenic climate change on agriculture? It is time to respond. - *Science of The Total Environment*. Vol. 751, 10 January 2021, 141763.
- Dhumal, K., Datir, S., Pandey, R.** (2007). Assessment of bulb pungency level in different Indian cultivars of onion (*Allium cepa* L.). – *Food Chemistry*. Vol. 100, 2007, pp. 1328-1330.
- Donma, M. M., Donma, O.** (2020). The effects of allium sativum on immunity within the scope of COVID-19 infection – *Medical Hypotheses*. Vol. 144, november 2020, 109934.
- Du Jardin, P.** (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. –

- Scientia Horticulturae*, 196, pp. 3-14.
- Engeland, R. L.** (1991). Growing Great Garlic. The Definitive Guide for Organic Gardeners and Small Farmers. Filaree Productions. 213 lk.
- Eksi, G., Koyuncu, M., Özkan, A. M. G.** (2020). Garlic and onions: An eastern tale. - *Journal of Ethnopharmacology* 253 (2020) 112675.
- FAO. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC> (05.04.2021).
- Greef, D. D., Barton, E. M., Sandberg, E. N., Croley, C. R., Pumarol, J., Wong, T. L., Das, N., Bishayee, A.** (2020). Anticancer potential of garlic and its bioactive constituents. – *Seminars in Cancer Biology*, 2020.11.020.
- Cheng, H., Huang, G.** (2018). Extraction, characterisation and antioxidant activity of *Allium sativum* polysaccharide. - *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. 114, 15 July 2018, pp 415-419.
- Jürisson, M.** (2020). Biostimulantide ja talvekatete mõju taliküüslaugu (*Allium sativum* L.) saagikusele. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 46 lk.
- Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat. (1996). /Koost. H. Kärblane. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Tallinna Raamatutrükikoda. 283 lk.
- Kade, A.** (2017). Kasvuaegse lämmastiku ja väävlga väetamise mõju taliküüslaugu (*Allium sativum* L.) saagikusele ja biokeemilisele koostisele. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 39 lk.
- Kuusik, S.** (2019). Kontrollitud lahustuvusega väetise mõju küüslaugu (*Allium sativum* L.) saagikusele ja saagi kvaliteedile. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 56 lk.
- Küüslaugu kvaliteedinõuded. Euroopa Komisjoni määrus 2288/1997. <https://www.pikk.ee/upload/files/Taimekasvatus/Kuuslaugu%20kvaliteedinouded.pdf> (17.05.2021).
- Köögiljakasvataja teatmik. (1977). /Koost. R. Leetoja. Tallinn: Valgus. 414 lk.
- Maa-amet. <https://xgis.maaamet.ee/maps/> (10.05.2021)
- Macik, M., Gryta, A., Frac, M.** (2020). Biofertilizers in agriculture: An overview on concepts, strategies and effects on soil microorganisms – *Advances in Agronomy*, 162, pp.31-87.
- Martins, N., Petropoulos, S., Ferreira, I. C. F. R.** (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions – *Food Chemistry*, 211, pp. 21-50.
- Meensalu, M., Järvan, M., Linnamägi, A., Roosve, G-F., Virit, V.** (1988). Köögiviljandus. Tallinn: Valgus. 422 lk.
- Moor, U., Põldma, P., Starast, M.** (2013). Eestimaise puu- ja köögivilja säilitamise võimalused kontrollitud ja modifitseeritud atmosfääri tingimustes. Riikliku programmi “Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevus aastatel 2009-2014” lisa 4. Eesti Maaülikool. Lk 98.

- Pai, B.** (2017). Väetamise mõju küüslaugu taimede arengule ja saagi kujunemisele. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 36 lk.
- Pedast Saar, P., Püssa, T., Põldma, P., Mark, E.** (2013). Tervistav küüslauk – uuringud Eesti Maaülikoolis ning viimased teadustulemused maailmas. - *Terve loom ja tervislik toit 2013*. EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. Lk. 127-134.
- Peepson, A.** (2015). Biostimulaatorid. http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/Maheleht_1_2017f.pdf lk. 6-7 (22.12.2020).
- Peterson, P.** (2020). Biostimulantide mõju amellastri (*Aster amellus* L.) kasvule ja õitsemisele. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 40 lk.
- Põldma, P., Moor, U., Merivee, A., Tõnutare, T.** (2012). Sibula (*Allium cepa*) ja küüslaugu (*Allium sativum*) säilivus kontrollitud atmosfääriga hoidlas. – *Agronomia* 2012, lk 3-8.
- Põldma, P.** (2008). Sibulköögiviljade agrotehnika täiustamine toodangu kvaliteedi, säilivuse ja konkurentsivõime tõstmise eesmärgil. Projekti lõpparuanne. Eesti Maaülikool. Tartu. 44 lk.
- Reiter, J., Hübbers, A. M., Albrecht, F., Leichert, L. I. O., Slusarenko, A. J.** (2020). Allicin, a natural antimicrobial defence substance from garlic, inhibits DNA gyrase activity in bacteria. *International Journal of Medical Microbiology*, 310, pp. 1-13.
- Starast, M., Bender, I., Kahu, K., Karp, K., Mänd, M., Põldma, P., Veromann, E.** (2014). Aiakultuuride kasvatus- ning taimekaitsetehnoloogiate täiustamine toodangu kvaliteedi ja konkurentsivõime suurendamise eesmärgil. Riikliku programmi “Põllumajanduslikud rakendusuringud ja arendustegevus aastatel 2009-2014” lisa 4. Eesti Maaülikool. Lk 8.
- Sohrabi, M., Mehrjerdi, M. Z., Karimi, S., Tavallali, V.** (2020). Using gypsum and selenium foliar application for mineral biofortification and improving the bioactive compounds of garlic ecotypes. *Industrial Crops & Products*, 154, 112742.
- Tikk, M.** (2015). Küüslaugu sordiomaduste mõju saagikusele ja saagi kvaliteedile. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 49 lk.
- Valgemäe, E.** (2019). Biostimulantide mõju pelargooni (*Pelargonium x hortorum x pelargonium peltatum*) kasvule ja õitsemisele. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 50 lk.
- Vázquez-Barrios, M.E., López-Echevarría, G., Mercado-Silva, E., Castaño-Tostado, E., León-González, F.** (2006). Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. – *Scientia Horticulturae*, 108, pp. 27-132.
- Väetamise ABC. (2014). /Koost. A. Astover., E. Ilumäe., J. Kanger., T. Kevvai., L. Kevvai., H. Kärblane., E. Lauringson., V. Loide., P. Penu., L. Rooma., K. Sepp., L. Talgre., U. Tamm. Põllumajandusuuringute Keskus. Saku. 27 lk.

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Rutt Vihtre,
sünniaeg 21.03.1962

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Biostimulantide mõju taliküüslaugu (*Allium sativum* L.) saagikusele ja biokeemilisele
koostisele,
mille juhendaja on Priit Põldma,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 25.05.2021

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)